

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SAULO ALMEIDA DOS SANTOS BRITTO

COMPOSIÇÃO ESTRUTURAL DO VDC SCORECARD:
TRIANGULAÇÃO TRANSFORMATIVA CONCOMITANTE DA
APLICABILIDADE PELA NEUTRALIZAÇÃO DAS SUAS MEDIDAS

CURITIBA
2017

SAULO ALMEIDA DOS SANTOS BRITTO

COMPOSIÇÃO ESTRUTURAL DO VDC SCORECARD:
TRIANGULAÇÃO TRANSFORMATIVA CONCOMITANTE DA
APLICABILIDADE PELA NEUTRALIZAÇÃO DAS SUAS MEDIDAS

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Engenharia de Construção Civil, no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Construção Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

Orientador Prof. Dr. Sérgio Scheer

CURITIBA
2017

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

B862C Britto, Saulo Almeida dos Santos
Composição estrutural do VDC scorecard: triangulação transformativa
concomitante da aplicabilidade pela neutralização das suas medidas / Saulo
Almeida dos Santos Britto. – Curitiba, 2017
116f. : il. [algumas color.] ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de
Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Construção
Civil, 2017.

Orientador: Sérgio Scheer
Bibliografia: p. 98-105

1. Gestão de projetos – (Engenharia de Construção Civil). 2. Avaliação
da maturidade. I. Universidade Federal do Paraná. II. Scheer, Sérgio. III.
Título.

CDD: 720.49

Bibliotecária: Roseny Rivelini Morciani CRB-9/1585

TERMO DE APROVAÇÃO

SAULO ALMEIDA DOS SANTOS BRITTO

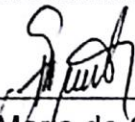
COMPOSIÇÃO ESTRUTURAL DO VDC SCORECARD: TRIANGULAÇÃO TRANSFORMATIVA CONCOMITANTE DA APLICABILIDADE PELA NEUTRALIZAÇÃO DAS SUAS MEDIDAS.

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:



Orientador: Prof. Dr. Sérgio Scheer

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil.
UFPR - Universidade Federal do Paraná.



Profa. Dra. Maria do Carmo Duarte Freitas

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
UFPR - Universidade Federal do Paraná.



Prof. Dr. Alfredo Jerozinski Neto

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Curitiba, 26 de junho de 2017.

DEDICATÓRIA

À minha amada mãe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por estar sempre presente. À minha mãe, pela amizade e apoio incondicional. À todos que contribuíram com a pesquisa de campo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção (PPGECC) da UFPR pela concessão de bolsas e suporte financeiro.

À colaboração dos professores Sérgio Scheer, Calvin Kam, John Kunz e Martin Fischer na parceria com o *Center for Integrated Facility Engineering* (CIFE) da Stanford University.

Nem todas as culturas são “ricas”, nem todas são herdeiras diretas de grandes sedimentações. Cavocar profundamente numa civilização, a mais simples, a mais pobre, chegar até suas raízes populares é compreender a história de um país. E um país em cuja base está a cultura do povo é um país de enormes possibilidades.

(BARDI, 1994, p.20)

RESUMO

A avaliação da maturidade constitui importante condicionante para obtenção de melhores desempenhos na gestão de projetos da construção. Sua abordagem vem adquirindo relevância nos últimos anos sob a premissa de influenciar efetivamente no desempenho organizacional. Nesse contexto, modelos existentes na literatura corroboram a avaliação dessas práticas por meio da estruturação de medidas alinhadas aos objetivos estratégicos, de modo a viabilizar maior controle em função das oscilações e retrações do setor. A atualização dessa estruturação fundamenta critérios para análise do desempenho *Virtual Design and Construction* e *Building Information Modeling* (VDC/BIM) existentes no VDC Scorecard. Os mesmos têm demonstrado os benefícios da visualização, integração e automação de tarefas na Arquitetura; Engenharia; Construção; Operação (AECO), em particular, para prever os resultados do projeto e gerenciamento para alcançar o desempenho desejado. Esta pesquisa identificou um conjunto de conceitos e composições referentes à avaliação da maturidade na gestão de projetos de construção, de modo a fundamentar a análise no âmbito das quatro áreas que estruturam o VDC Scorecard. Trata-se de uma pesquisa exploratório-descritiva com foco na combinação estratégica proposta referente à triangulação transformativa concomitante de dados que aborda, por meio de métodos mistos, a análise da composição estrutural do VDC Scorecard. Para tal, examinou-se a aplicabilidade por meio da comparação com resultados obtidos pela neutralização das medidas proposta, em uma amostra de 33 projetos de modo a avaliar os critérios atribuídos à estrutura avaliativa em análise.

Palavras-chave: VDC/BIM. VDC Scorecard. Avaliação da maturidade. Análise de desempenho. *Key performance indicators*. Métodos mistos. Gestão de projetos.

ABSTRACT

The evaluation of maturity is important condition for obtaining better performances in the management of construction projects. His approach comes acquiring relevance in recent years under the premise of influence effectively on organizational performance. In this context, existing models in the literature support the evaluation of these practices through the structuring of measures aligned to strategic goals, in order to enable greater control on the basis of the oscillations and retractions. The update of this structuring is based on criteria for *Virtual Design and Construction/Building Information Modeling* (VDC/BIM) performance analysis in existing VDC Scorecard. The same have demonstrated the benefits of visualization, integration and automation of tasks in AECO, in particular, to predict the results of the project and management to achieve the desired performance. This research has identified a set of concepts and compositions relating to the evaluation of maturity in project management of construction, in order to substantiate the analysis within the four areas that structure the VDC Scorecard. This is an exploratory-descriptive research with a focus on strategic combination proposal concerning the transformative triangulation data addresses, concomitant through mixed methods, the analysis of the structural composition of the VDC Scorecard. In order to accomplish the stud, it was examined whether the applicability by comparison with results obtained by neutralizing the proposed measures in a sample of 33 projects in order to assess the criteria assigned to the evaluative framework.

Keywords: VDC/BIM. VDC Scorecard. Evaluation of maturity. Performance analysis. Key performance indicators. Mixed methods. Project management.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Representação dos níveis de maturidade do CMM.

FIGURA 02 – Embasamento do VDC Scorecard.

FIGURA 03 - Hierarquização do nível de maturidade do VDC Scorecard.

FIGURA 04 – Estrutura do VDC Scorecard.

FIGURA 05 - Abordagens estratégicas selecionadas para o estudo.

FIGURA 06 – Associação vetorial cíclica: Ciclo 01.

FIGURA 07 – Associação vetorial cíclica: Ciclo 02.

FIGURA 08 – Associação vetorial cíclica: Ciclo 03.

LISTA DE INFOGRÁFICOS

INFOGRÁFICO 01 – Estruturação do delineamento da pesquisa.

INFOGRÁFICO 02 – Composição estratégica da pesquisa.

INFOGRÁFICO 03 – Estrutura geral da pesquisa.

LISTA DE HISTOGRAMAS

HISTOGRAMA 01 – Mediana das pontuações da aplicação A

HISTOGRAMA 02 – Mediana das pontuações da aplicação B

HISTOGRAMA 03 – Mediana das pontuações da aplicação C

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – Dados referentes às unidades de análises

TABELA 02 – Codificação da composição estrutural do VDC Scorecard

TABELA 03 – Análise da confiabilidade do instrumento de coleta

TABELA 04 – Classificação da confiabilidade

TABELA 05 – Codificação de medidas do vdc scorecard: Planejamento

TABELA 06 – Codificação de medidas do vdc scorecard: Adoção

TABELA 07 – Codificação de medidas do vdc scorecard: Tecnologia

TABELA 08 – Codificação de medidas do vdc scorecard: Desempenho

TABELA 09 – Níveis de confiabilidade do VDC Scorecard

TABELA 10 – Resultados da aplicação A

TABELA 11 – Mediana das pontuações da aplicação A

TABELA 12 – Correlações da neutralização entre áreas

TABELA 13 – Correlações da neutralização: Área A01

TABELA 14 – Correlações da neutralização entre divisões: Área A01

TABELA 15 – Correlações da neutralização: Área A02

TABELA 16 – Correlações da neutralização entre divisões: Área A02

TABELA 17 – Correlações da neutralização: Área A03

TABELA 18 – Correlações da neutralização entre divisões: Área A03

TABELA 19 – Correlações da neutralização: Área A04

TABELA 20 – Resultados da aplicação B

TABELA 21 – Mediana das pontuações da aplicação B

TABELA 22 – Resultados da aplicação C

TABELA 23 – Mediana das pontuações da aplicação C

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 - Etapas do processo de projeto de construção.

LISTA DE SIGLAS

AECO	–	Arquitetura; Engenharia; Construção; Operação
BIM	–	Building Information Modeling
CMM	–	Capability Maturity Model
CIFE	–	Center for Integrated Facility Engineering
FIESP	–	Federação da Indústria do Estado de São Paulo
MMGP	–	Modelo de Maturidade em Gerenciamento de Projetos
NBP	–	Noteworthy BIM Publications
OPMMM	–	Organizational Project Management Maturity Model
PMBOK	–	Project Management Body of Knowledge
PMI	–	Project Management Institute
PMM	–	Project Management Maturity
PMMM	–	Project Management Maturity Model
PPGECC	–	Programa de Pós Graduação em Engenharia de Construção Civil
POP	–	Processo – Organização - Produto
SEI	–	Software Engineering Institute
TIC	–	Tecnologia da Informação e Comunicação
TI	–	Tecnologia da Informação
UFPR	–	Universidade Federal do Paraná
VDC	–	Virtual Design and Construction

Sumário

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA	17
1.2. PRESSUPOSTO	17
1.3. OBJETIVO.....	17
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.5. PROPOSIÇÃO TEÓRICA DA PESQUISA	18
1.5.1. Proposição teórica	18
1.6. JUSTIFICATIVA DO TRABALHO.....	19
1.7. CONTEXTUALIZAÇÃO NO PROGRAMA.....	21
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1. MATURIDADE NA GESTÃO DE PROJETOS.....	23
2.2. GESTÃO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO	27
2.3. <i>VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION / BUILDING INFORMATION</i> <i>MODELING (VDC/BIM)</i>	31
2.3.1. Maturidade VDC/BIM	34
2.3.2. VDC Scorecard	36
3. MÉTODO DE PESQUISA	43
3.1. DELINEAMENTO OU <i>DESIGN</i> DA PESQUISA.....	43
3.1.1. Abordagem da pesquisa	44
3.1.2. Método e estratégia da pesquisa	44
3.1.3. Modelo conceitual e estruturação da pesquisa	47
3.1.4. Técnica de pesquisa	51
3.1.5. Protocolo de coleta de dados.....	52
3.1.6. Método de análise de dados	53
3.1.7. Unidades de análise	55
3.1.8. Delimitação do trabalho	55
3.1.9. Seleção das unidades de análise	56
3.2. ESTRUTURA GERAL DA PESQUISA	60
3.2.1. Composição morfológica da estrutura estratégica	60
3.2.2. Estrutura cíclica da pesquisa	64
3.3. VALIDAÇÃO DA PESQUISA.....	70
3.3.1. Validação interna	70

3.3.2. Validação externa	70
3.3.3. Validação do constructo.....	71
3.3.4. Validação de confiabilidade	71
4. RESULTADOS.....	72
4.1. CONFIABILIDADE DO INSTRUMENTO DE PESQUISA.....	73
4.1.1. Análise da consistência interna.....	75
4.2. ESTUDO EXPLORATÓRIO: COMPOSIÇÃO ESTRUTURAL.....	78
4.2.1. Apresentação de resultados: Aplicação A	82
4.2.2. Apresentação de resultados: Aplicação B	85
4.2.3. Apresentação de resultados: Aplicação C	94
4.2.4. Apresentação de resultados: Confiabilidade das aplicações	97
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
5.1. Sugestão para trabalhos futuros	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXO - FORMULÁRIO	107

1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil no Brasil possui importante participação econômica para o país. Mesmo em função do atual cenário político-econômico, de acordo com FIESP (2015), a cadeia produtiva do setor correspondeu a 13.5% no 1º trimestre de 2015 e 10.1% do PIB nacional. Apesar da contribuição, o mesmo é reconhecido pelo desempenho inferior a alguns setores da indústria brasileira e baixa produtividade, assim como em outros países. A influência de maiores investimentos no planejamento e gestão eficaz de projetos tende a condicionar melhorias na qualidade dos ciclos que compõem a cadeia produtiva, e consequentemente, maior produtividade.

As práticas na gestão de projetos da construção civil ainda são fundamentadas em hábitos que segregam indiretamente tais processos das atividades de produção. Entendendo a gestão de projetos pela sequência sistemática de informações, é necessário reduzir etapas desnecessárias condicionadas pela qualidade da informação para mapeamento eficaz e melhor compreensão do seu fluxo de valor. Nesse contexto, Song et al. (2009) enfatizam a importância da integração entre o projeto e as atividades de construção. Essa integração pode ser auxiliada por meio do maior controle colaborativo potencializado pelas tecnologias da informação (TI), o que possibilitaria maior produtividade e melhor desempenho organizacional.

A tecnologia da informação não é novidade na indústria da construção. Contudo a implementação de plataformas, *softwares* e sistemas para aplicações específicas têm evoluído ao longo dos anos. Sua diversidade representa a necessidade da revisão dos processos organizacionais em alinhamento das suas composições com os objetivos estratégicos. Nesse contexto, as práticas organizacionais não devem basear-se exclusivamente na implementação de novas tecnologias, mas também no direcionamento de esforços em estabelecimento de critérios e métricas para documentação e mensuração de seus benefícios na prática.

De acordo com Staub-French e Fischer (2001), a implementação das tecnologias da informação da construção civil, como VDC/BIM, têm sido utilizadas para ampliar a eficiência na gestão de projetos, de modo a refletir em todas as etapas do ciclo de vida do empreendimento. Entretanto, é importante identificar suas estruturas de conhecimento, dinâmica interna e requisitos para implementação de

uma TI, de modo a evitar, senso comum, duplicação de esforços e retrabalho. Consequentemente, a ausência do controle do desempenho desses influencia na recorrência de problemáticas no planejamento, desenvolvimento, documentação, execução e determinações operacionais da indústria da AECO.

A medição de desempenho constitui atividades habituais para a maioria dos setores produtivos, enquanto o mesmo não aplica-se efetivamente como prática comum à construção civil, dada a sua estrutura e características peculiares. Contudo, de acordo com Succar (2010) e Kam *et al.* (2013), práticas correspondentes à avaliação da maturidade VDC/BIM tendem a influenciar o desempenho do projeto, de modo a tornar importante a documentação e mensuração da sua *performance* no âmbito organizacional, processos e produto. Conforme Kam *et al.* (2013); Kam *et al.* (2014), essas práticas têm estabelecido, por meio do VDC Scorecard, correlações entre os desempenhos organizacionais e melhorias na produtividade da indústria, de modo a proporcionar a consolidação de base de dados para melhores práticas no setor da AECO mediante atualização contínua e cíclica das suas avaliações.

O presente trabalho abordou a contextualização de conceitos e composições provenientes de bases bibliográficas que correspondam à maturidade VDC/BIM na gestão de projetos do setor da construção civil internacional. Buscou-se com esse embasamento focar nos benefícios e limitações registradas nas avaliações das práticas organizacionais nacionais, de modo a fundamentar a análise no âmbito das 04 áreas que estruturam o VDC Scorecard.

Trata-se de uma pesquisa exploratório-descritiva com abordagem quantitativo-qualitativa e foco na triangulação transformativa concomitante de dados que abordou, por meio de métodos mistos, a análise da composição estrutural do VDC Scorecard. Objetiva-se com essa fundamentação examinar a aplicabilidade pela neutralização das suas medidas de modo a avaliar o alinhamento entre os resultados provenientes da composição estrutural vigente e realidade de práticas avaliadas. Essa análise contribui com a avaliação dos critérios atribuídos a composição estrutural referente ao caráter holístico, adaptável, quantificável e prático.

Nesse contexto, nas subseções a seguir são apresentados o problema de pesquisa, pressuposto, objetivo, justificativa e delineamento do presente trabalho.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Conforme o que foi exposto, como práticas de projetos VDC/BIM podem contribuir com a análise da composição estrutural do VDC Scorecard?

1.2. PRESSUPOSTO

O VDC Scorecard é apresentado por Kam et al (2013; 2014) e *Center for Integrated Facility Engineering* (CIFE), da *Stanford University*, como metodologia baseada em evidências para avaliação da maturidade em projetos do setor da AECO que utilizam o VDC/BIM. A metodologia relaciona medidas e composições que determinam a avaliação estratégica e ações na gestão de projetos com a utilização do VDC/BIM.

Pressupõe-se que a composição estrutural do VDC Scorecard, traga clareza as discussões e interpretações referentes à adoção de práticas eficientes e influenciem no desempenho da cadeia produtiva da AECO nacional.

1.3. OBJETIVO

Conforme o problema de pesquisa e pressuposto apresentados nas subseções anteriores foi definido o seguinte objetivo:

Analisar a composição estrutural do VDC Scorecard mediante sua aplicabilidade pela neutralização das suas medidas.

Na subseção seguinte serão apresentados os objetivos específicos fundamentados com base na definição do objetivo principal do presente tópico.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Orientando-se ao cumprimento do objetivo principal, alguns objetivos específicos foram definidos para o desenvolvimento do trabalho:

- proporcionar maior compreensão entre conceitos VDC e BIM;
- investigar os principais métodos, modelos e ferramentas para avaliação da maturidade VDC/BIM na gestão de projetos do setor da construção.

Na subseção a seguir será apresentada a proposição teórica que embasou a estratégia de pesquisa como guia do estudo empírico e pelo confronto com a análise de resultados do presente trabalho.

1.5. PROPOSIÇÃO TEÓRICA DA PESQUISA

A proposição teórica que compõe o presente trabalho alicerçou a condução da pesquisa de campo e serviu como complemento para fundamentação da análise dos dados. A mesma está relacionada à avaliação da maturidade VDC/BIM no setor da AECO internacional com ênfase em abordagens existentes na literatura sobre os critérios avaliativos do objeto de estudo, de modo a contribuir com a coleta de dados *in loco*. A referida proposição é apresentada no tópico a seguir:

1.5.1. Proposição teórica

A premissa do VDC Scorecard é fornecer, conforme enfatizado em Kam et al. (2014), uma ferramenta holística, quantificável, adaptável e prática para monitorar e avaliar o uso do VDC/BIM entre as empresas do setor da AECO. Com base nesse propósito, os autores identificaram quatro critérios para a estrutura avaliativa do VDC Scorecard que complementam a fundamentação da composição analítica correspondente ao objetivo da presente pesquisa. De acordo com Kam et al. (2014), os critérios que compuseram a estrutura avaliativa do VDC Scorecard representam o caráter:

- Holístico: a estrutura avaliativa fornece subsídios para melhorias no desempenho projetual por meio colaborativo, sendo aplicável a todas as fases de qualquer projeto entre múltiplos *stakeholders*;
- Quantificável: a estrutura avaliativa fornece medidas quantificáveis que podem ser usadas para o monitoramento e acompanhamento da maturidade VDC/BIM no progresso e objetivo do projeto;
- Prático: a estrutura avaliativa é expressiva e acionável entre profissionais do setor da AECO de modo a retratar a maturidade e desempenho VDC/BIM ao longo do projeto por meio de uma série de medidas em relação aos padrões da indústria;
- Adaptável: a estrutura avaliativa é capaz de se adaptar à diversidade, contexto e evolução das práticas VDC/BIM.

A proposição teórica apresentada acima compõe critérios validados, de acordo com Kam et al. (2014), mediante aplicação do VDC Scorecard em projetos do setor da AECO. Na subseção a seguir são apresentadas as justificativas que fundamentam o presente trabalho de acordo com as abordagens teóricas investigadas alinhadas aos objetivos da pesquisa.

1.6. JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

A avaliação da maturidade possui relevância na obtenção de maiores desempenhos para cadeia produtiva, de modo a fornecer abordagem para melhorias em diversas áreas e perspectivas de negócios. A pertinência e indispensabilidade da sua aplicabilidade, sob caráter colaborativo-cíclico, contribuem com o desenvolvimento estratégico e formulação de respostas às retrações e oscilações do mercado. Essa contribuição, de acordo com Duffy (2001), é viabilizada pelo valor identificado continuamente em sua aplicabilidade como suporte à análise estratégica, posicionamento e tomada de decisões.

Nos últimos anos a avaliação da maturidade adquiriu importante fundamentação como condicionante na obtenção de melhores desempenhos na gestão de projetos do setor da construção internacional. A aplicação por intermédio de métodos, modelos e ferramentas para avaliação da maturidade existentes na literatura, de acordo com Andersen e Jessen (2003), têm apresentado os benefícios e limitações provenientes dos seus escopos e composições em escalas múltiplas e cenários específicos. Entretanto, muitos modelos de maturidade para avaliar projetos representam a existência de peculiaridades organizacionais em suas capacidades de medição das *performances* projetuais como meio para atingir objetivos estratégicos. Além disso, de acordo com Andersen e Jessen (2003), muitas estruturas são limitadas em escopo e composições, tendo como sua única intenção uma descrição do nível de maturidade do projeto real. Nesse contexto, torna-se essencial buscar um conjunto de conceitos a serem utilizados nas práticas e a definição de fatores e determinantes da maturidade que influenciam no desempenho da gestão organizacional e de projetos.

A obtenção de melhorias no desempenho organizacional mediante implementação e uso colaborativo VDC, de acordo com Kunz e Fischer (2012), vem se tornando uma importante temática nas pesquisas de boas práticas no setor da

AECO. Contudo a partir de uma perspectiva global a maioria das empresas de construção, conforme enfatizado em Barlish e Sullivan (2012), não utiliza uma metodologia formal para avaliar os benefícios e desempenho BIM na prática. O desempenho dessas práticas, de acordo com Kam et. al (2014), torna fundamental a apropriação de dados coletados a partir da avaliação da maturidade, configurados por meio da análise contínua organizacional, dos procedimentos a serem executados e do produto. Porém, muitas vezes essa avaliação é negligenciada ou conduzida inadequadamente por meio da aplicação de métodos inconsistentes ou incompatíveis com o propósito, escala, abrangência da avaliação e contexto o qual é aplicado.

Conforme Giel e Issa (2012); Chen, Dib e Cox (2012) e Kassem, Succar e Dawood (2013), há quantidade crescente de estruturas e composições específicas para avaliação da maturidade VDC/BIM. Entretanto, de acordo com Succar (2010), muitas dessas estruturas são destinadas a medir a desempenho organizacional e equipes, porém não são aplicáveis em todas as escalas organizacionais. Algumas dessas composições são citadas em Kassem, Succar e Dawood (2013) sob a premissa de avaliarem isoladamente as competências individuais, desempenho do projeto e VDC/BIM *capability/maturity*. Contudo, conforme enfatizado em Kam et al. (2013), poucas estruturas são realmente eficazes ou utilizadas pelos profissionais da indústria da AECO. A eficácia da avaliação por meio da aplicabilidade busca possibilitar a identificação contínua de deficiências nos processos no que diz respeito à maturidade e, conseqüentemente, desempenho das práticas do setor.

A maturidade das práticas VDC/BIM, avaliadas mediante utilização dos valores correspondentes as quatro áreas que compõem o VDC Scorecard têm demonstrado, de acordo com Kam et. al (2013; 2014), os benefícios e limitações em alguns projetos do setor. A estruturação corresponde a medidas e composições que subsidiam a configuração avaliativa das práticas, de modo a possibilitar melhorias no desempenho do projeto em relação às atividades da indústria. Esse subsídio busca viabilizar melhorias contínuas que proporcionem maior previsibilidade referente aos resultados do projeto e qualidade no gerenciamento para alcançar o desempenho desejado.

O escopo e composições provenientes de estruturas para avaliação da maturidade são determinantes substanciais no processo analítico de modo a possibilitar a caracterização do propósito, escala, precisão, abrangência e

flexibilidade da sua aplicabilidade. Dada sua relevância, é importante analisar o cenário, contexto e perfil a ser avaliado em função de prováveis inconsistências advindas de estruturas que refletem práticas específicas em perspectivas distintas e peculiares. Nesse contexto, com base em estudos abordados em Kaplan e Norton (1996) e Backlund et. al (2014), a aplicabilidade do processo avaliativo tende a influenciar na deficiência da documentação de critérios, seleção de indicadores ineficientes e tradução da linguagem estratégica desconexa em relação ao real desempenho organizacional. Desta forma, torna-se fundamental identificar as estruturas de conhecimento, composições analíticas e abrangências avaliativas do VDC Scorecard, de modo a buscar analisar suas fundamentações e aplicabilidade.

Conforme o que foi exposto, estabelece-se a relevância da presente pesquisa a caráter técnico-científico em consonância com a abordagem acadêmica e contribuição para melhorias no setor da AECO. Na subseção seguinte são citadas dissertações relacionadas com a linha de pesquisa do presente trabalho.

1.7. CONTEXTUALIZAÇÃO NO PROGRAMA

O Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil (PPGECC) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) possui como uma das suas áreas de concentração “Gestão e Ambiente construído”. O presente trabalho compõe a linha de pesquisa correspondente à “Tecnologia da Informação na Construção Civil” da referida área de concentração direcionada a “Gestão da Construção Civil”. Segue a linha de pesquisa do orientador Professor Doutor Sérgio Scheer do departamento de Construção Civil da UFPR e dá seguimento a linha de trabalhos já realizados pelo programa no estudo das tecnologias da informação da construção.

Algumas dissertações sobre o uso BIM foram publicadas desde 2006 em alinhamento com as pesquisas desenvolvidas no grupo Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) do próprio departamento. Entre os principais trabalhos realizados no PPGECC foram selecionados alguns estudos relevantes. Na sequência são citados alguns trabalhos defendidos correspondentes à linha de pesquisa do presente estudo. Os mesmos foram ordenados pelo ano de defesa e são apresentados a seguir:

- AYRES F. C. **Acesso ao modelo do edifício**. 149f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009;
- MARCOS, M. **Análise da emissão de CO2 na fase pré-operacional em habitações de interesse social, através da utilização de uma ferramenta CAD-BIM**. 130f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009;
- MULLER, M. F. **A interoperabilidade entre sistemas CAD de projeto de estruturas de concreto armado baseada em arquivos IFC**. 129f Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010;
- WITICOVSKI, L. C. **Levantamento de quantitativos em projeto: uma análise comparativa do fluxo de informações entre as representações em 2D e o modelo de informações da construção (BIM)**. 189f Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011;
- CARVALHO, M. A. **Eficácia de interoperabilidade no formato IFC entre modelos de informações arquitetônico e estrutural**. 261f Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012;
- GARRIDO, M. C. **Análise da aplicação de modelagem da informação da construção no planejamento e controle da produção em canteiros de obra apoiando os princípios da construção enxuta**. 189 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015;
- SAKAMORI, M. M. **Modelagem 5D (BIM) : processo de orçamentação com estudo sobre controle de custos e valor agregado para empreendimentos de construção civil**. 178f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015;
- MALEWSCHIK, F. E. **BIM e DFMA visando à redução da quantidade de partes da construção**. 104f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016;

Importante mencionar a existência de outros trabalhos relacionados ao uso do BIM. Contudo, a presente pesquisa caracteriza-se pela pertinência e caráter exploratório relacionado a estudos direcionados a Maturidade e VDC/BIM. Considera-se a relevância do presente trabalho para viabilizar novas proposições no desenvolvimento de pesquisas futuras, cujo tema é relevante dentro do contexto do cenário nacional e internacional.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo refere-se à revisão da bibliografia em base de dados nacionais e internacionais que foram investigadas para a realização do presente trabalho. A revisão bibliográfica tem como objetivo servir de embasamento teórico do conteúdo que será desenvolvido neste trabalho. Este foi aprofundado de modo a subsidiar e demonstrar a relevância da avaliação da maturidade na gestão de projetos VDC/BIM dos casos selecionados para o presente trabalho.

2.1. MATURIDADE NA GESTÃO DE PROJETOS

Maturidade por definição é o estado alcançado em um processo, no qual, ele se encontra melhor desenvolvido e em seu estado mais avançado (OXFORD, 2011). Conforme PMI (2008) e Prado (2008), a maturidade na gestão de projetos está diretamente relacionada à capacidade organizacional em gerenciar seus projetos. As empresas que praticam o gerenciamento de projetos estão em constante evolução e amadurecimento, existindo uma relação intuitiva entre amadurecimento e sucesso (PRADO, 2008). Para o autor citado, maiores níveis de maturidade na gestão de projetos em uma organização propiciam melhoria nas práticas organizacionais e resultados previsíveis de projeto.

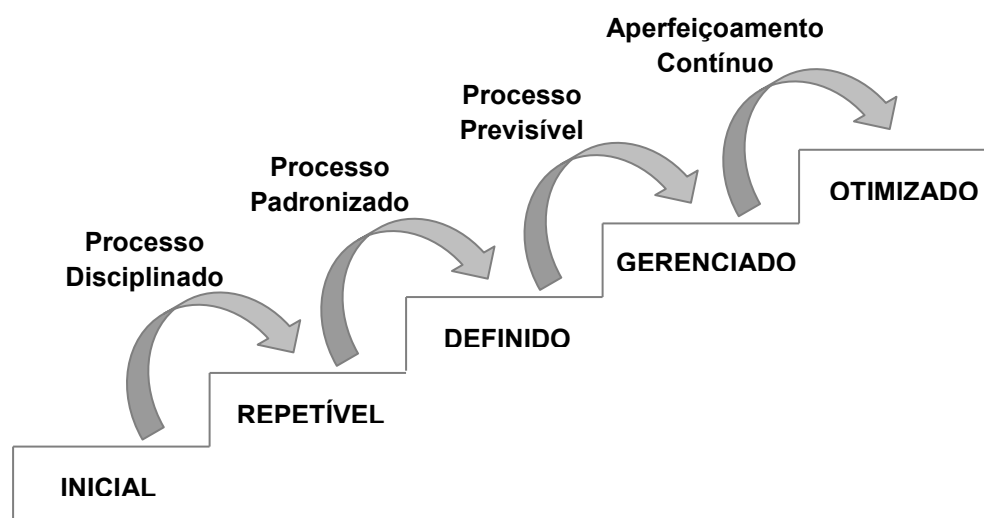
As contribuições científicas clássicas relacionadas a conceito de maturidade são reconhecidas pelas abordagens precursoras propostas em Crosby (1979). As mesmas consistem em cinco níveis do modelo que constitui o *maturity grid*. Os níveis são:

- incerteza;
- despertar;
- esclarecimento;
- sabedoria;
- certeza.

Outro modelo de maturidade bastante difundido é o do *Software Engineering Institute* (SEI) da *Carnegie Mellon University* (FINCHER, GINGER, 1997; VAIDYANATHAN, HOWELL; 2007), que, a partir de 1991, iniciou a elaboração do *Capability Maturity Model* (CMM) focado no desenvolvimento de *softwares*. A

influência do CMM tem se estendido além de engenharia de *software* para áreas de estudo em maturidade como na construção, administração e engenharias. Os estágios que configuram a composição hierárquica dos níveis avaliativos são aplicados como uma "escada", ou seja, até que todas as áreas estejam operando abaixo do nível, é impossível avançar para o nível superior, conforme representado na Figura 01.

FIGURA 01 – REPRESENTAÇÃO DOS NÍVEIS DE MATURIDADE DO CMM.



FONTE: Adaptado de SEI (1991).

Dada à relevância referente aos modelos de maturidade mais difundidos, não é surpreendente que estes também tenham sido aplicados ao gerenciamento de projeto e é neste foco que concentra-se a investigação descrita neste trabalho. Um dos estudos iniciais na área de gestão de projetos correspondente à temática refere-se ao *Project Management Maturity Model* (PMMM) publicado em Kerzner (1999). O referido autor propôs cinco níveis de desenvolvimento de competências para que as empresas alcancem a excelência:

- linguagem comum;
- processos comuns;
- metodologia singular;
- *benchmarking*;
- melhoramento contínuo.

Além do autor citado, outros pesquisadores e organizações desenvolveram estudos relacionados ao assunto. Nesse contexto, o esforço do PMI na tentativa de elaboração de uma metodologia-padrão compõe o desenvolvimento do *Organizational Project Management Maturity Model* (OPMMM). O referido modelo é constituído por três dimensões: programa, *portfolio* e projeto. Essas dimensões, de acordo com o PMI (2013), são abrangidas pela hierarquização em quatro níveis avaliativos: padronização, medições, controle e aprimoramento contínuo.

Dentre a relação de modelos para avaliação da maturidade na gestão de projetos, cabe mencionar a iniciativa no cenário brasileiro em desenvolvimento do Modelo de Maturidade em Gerenciamento de Projeto (Prado-MMGP) e suas contribuições avaliativas. Importante mencionar a existência de outros esforços para avaliar a maturidade na gestão de projetos, que para a presente pesquisa foram citados aqueles com maior abordagem na literatura.

O engajamento de ferramentas, modelos, métodos e metodologias para avaliação da maturidade fornece uma abordagem para melhoria de desempenho em muitas áreas de negócios. Em estudo apresentado por Duffy (2001) é identificado especificamente à aplicação para o desenvolvimento de estratégias e formulação de respostas à mudança. A referida autora enfatiza que fundamenta-se o valor de um modelo de maturidade no seu uso como uma ferramenta de posicionamento e análise.

De acordo com Cooke-Davies e Arzymanow (2003), estudos científicos e aplicabilidade da área de maturidade em gestão de projetos – *Project management maturity* (PMM) são segmentados em duas abordagens principais: o processo e a visualização organizacional. Em relação à perspectiva processual, a PMM é constituída pelo nível em que as atividades correspondentes à gestão de projetos são codificadas, medidas e controladas. Pela perspectiva organizacional, conforme sinalizado por Saures (1998), a maturidade representa a receptividade das empresas e examina, de acordo com Andersen e Jessen (2003), a integração do projeto e processos organizacionais. Nesse contexto, modelos de maturidade, que avaliam a maturidade das empresas, baseiam-se na avaliação de dados estruturados direcionados ao processo de exibição sobre a visão organizacional (WENDLER, 2012).

As organizações como células operacionais criam uma quantidade significativa de dados estruturados, quantificados e quantificáveis, tais como acervo

documental de relatórios das práticas e base de dados que tentam representar diretrizes para obtenção de melhores desempenhos. Como parte do processo analítico desses dados, quando os mesmos são avaliados, constituem-se na análise destas bases ou diretrizes destes resultados, de modo a utilizar um ou mais *frameworks* para suporte organizacional. No entanto, as práticas organizacionais também geram, conforme enfatizado em Boyd e Crawford (2011) uma quantidade significativa de dados não estruturados e intangíveis de grande relevância, em relação aos estruturados, para obtenção de melhores resultados. Nesse contexto, a maturidade da gestão de projetos, sob perspectiva organizacional, é apresentada como importante área de estudo relacionada à avaliação desses dados estruturados e não estruturados, de modo a possibilitar melhorias nas práticas organizacionais mediante aplicabilidade avaliativa contínua.

A capacidade de avaliar dados não estruturados fornece uma oportunidade para aplicar novas abordagens de análise na criação de percepções mais profundas na PMM (BORGATTI et al. 2009). Diante desse contexto, estudos relacionam técnicas de análise em particular para desenvolver, conforme o autor citado, a compreensão da maturidade nas organizações por meio da análise de redes sociais. Análise de redes sociais é uma abordagem complementar que permite que os pesquisadores examinem as relações entre entidades, de acordo com Borgatti et al. (2009), incluindo indivíduos, equipes e organizações. Uma vez identificados, é analisada a rede formada a partir dessas relações a fim de compreender os processos sociais subjacentes nas organizações. Para a maturidade, essa análise é usada para entender o nível ao qual a PM é alinhada e integrada em atividades organizacionais por meio da avaliação dos padrões e relação do valor da informação entre as organizações e o contexto externo. Estes podem ser comparados entre o estado corrente e nível estratégico desejado para as atividades do projeto dentro da empresa, cujos resultados podem oferecer suporte aos projetos e melhoraria do seu desempenho.

As organizações de diversos segmentos da indústria estão implementando métodos e ferramentas relacionadas à avaliação da maturidade com intuito de subsidiar o gerenciamento de projetos, de modo a alcançar seus objetivos e desempenho pretendido (HYVARI, 2006). O segmento que será abordado na presente pesquisa refere-se ao do setor da construção, cujo conteúdo é explicitado na seção seguinte.

2.2. GESTÃO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO

A gestão de projetos é considerada um fator chave nos diversos campos envolvidos pela engenharia, bem como *software*, construção, aeronáutica e produção. Sua abrangência, conforme PMI (2013) em seu manual PMBOK® consiste na aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos. O término é alcançado quando os objetivos do projeto são atingidos ou quando o projeto é encerrado por seus objetivos não serem viáveis, por não serem alcançados, ou quando a necessidade do projeto deixar de ser relevante.

De acordo com El-Reedy (2012), a difusão de projetos no cenário internacional pelo aproveitamento das vantagens obtidas pela diversidade de avanços tecnológicos trouxe a demanda por novos métodos de gestão de projetos. Uma dessas demandas constitui-se na necessidade do alinhamento da aplicabilidade com o crescimento industrial no setor de construção. De acordo com Vargas (2002), os projetos na construção civil apresentam características específicas como temporariedade, individualidade do produto a ser desenvolvido, complexidade e incerteza. Nesse contexto, o gerenciamento de projetos neste setor contribui para o desenvolvimento de vantagens competitivas e técnicas. Além disso, previne riscos durante a execução dos trabalhos e colabora com a otimização da alocação de pessoas, materiais e equipamentos.

O setor da construção é mundialmente reconhecido, conforme postulado em Vrijhoef e Koskela (2005), pela sua baixa eficiência/eficácia, baixa produtividade e grande fragmentação do setor, envolvendo múltiplos agentes em diferentes frentes de serviço em um mesmo empreendimento. De acordo com Yang e Wei (2010), em decorrência das dificuldades na padronização de abordagens para comunicação juntamente com a fragmentação abordada, surgem problemas que influenciam na operacionalização do produto. Essa influência provoca elevação de custos relacionados à interoperabilidade dos sistemas aplicados nos empreendimentos, baixa produtividade e qualidade final do produto.

Nesse contexto, torna-se imprescindível que haja planejamento, controle, coerência, integração tecnológica e processual simultânea na transmissão das informações de forma colaborativa, uma vez que as mesmas são responsáveis pela qualidade no decurso de todas as etapas do ciclo de vida do empreendimento.

A qualidade do projeto viabiliza, como apresentado em Melhado e Violani (1992), a elaboração do planejamento eficiente, sistemas efetivos de controle de qualidade de modo a refletir na execução do processo de racionalização da construção. De acordo com Melhado (1998), um bom projeto otimiza as atividades de execução, propicia melhorias na qualidade do desempenho produtivo, reduz custos e diminui a ocorrência de erros no processo de produção. O projeto na construção civil pode ser definido como o processo que, por meio do fluxo de valor entre *stakeholders* e demanda do contratante, refletem em parâmetros que subsidiam seu desenvolvimento e influenciam no produto alinhado a soluções para essas necessidades. De acordo com a NBR 13.531 (ABNT, 1995, p.4), o mesmo caracteriza-se pela representação das informações técnicas da edificação e de seus elementos, instalações e componentes que constituem o processo de projeto.

O processo de projeto na indústria da construção caracteriza-se por etapas progressivas, em que as alternativas para tomada de decisão são gradativamente substituídas pelo detalhamento das soluções adotadas. Essas etapas são divididas, conforme enfatizado em Melhado (1994) em:

- idealização do produto;
- concepção inicial;
- análise de viabilidade;
- análise dos processos;
- formalização do produto;
- detalhamento de produto e processo;
- planejamento.

As etapas apresentadas compõem o processo de desenvolvimento do projeto. A mesmas, conforme o autor citado, em conjunto com as etapas de produção, entrega do produto, operação e manutenção integram o referido processo. No Quadro 01, Mikaldo Jr. e Scheer (2006) indicam de forma resumida etapas do processo de projeto, sendo observadas pelos mesmos, divergências entre as etapas iniciais e finais de acordo com a dimensão do projeto como processo.

QUADRO 01 – ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO DE CONSTRUÇÃO.

ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO			
Autores			
Melhado (1994)	NBR 13531 (1995)	Tzortzopoulos (1999)	Rodriguez e Heineck (2002)
Idealização	Levantamento	Planejamento e concepção do empreendimento	Planejamento e concepção do empreendimento
	Programa de Necessidades		
	Estudo de viabilidade		
Estudo preliminar	Estudo preliminar	Estudo preliminar	Estudo preliminar
Anteprojeto	Anteprojeto	Anteprojeto	Anteprojeto
Projeto legal	Projeto legal	Projeto legal	Projeto legal
Projeto para produção	Projeto para execução	Projeto executivo	Projeto executivo
Acompanhamento do planejamento e execução	Acompanhamento de obra	Acompanhamento de obra Acompanhamento de uso	Acompanhamento da execução e uso
Retroalimentação a partir da entrega e uso do produto	Acompanhamento de uso		

FONTE: Mikaldo Jr e Scheer (2006).

De acordo com Melhado (2005), o processo de projeto convencional segmenta as disciplinas no decorrer das etapas, onde os colaboradores concentram-se nas suas respectivas especialidades, não atentando para a visão macro do desenvolvimento. Como consequência, a produção e os impactos decorrentes dessa segmentação restritiva nas disciplinas contribuem, além de outros fatores, com a baixa qualidade do produto final. A cada etapa do processo projetual torna-se necessária a complementação de produtos específicos por meio do aumento da quantidade de informações e detalhes pertinentes ao escopo das suas respectivas etapas. As soluções se aprofundam ao longo de seu desenvolvimento de modo a buscar antecipar a identificação de incompatibilidades, suas resoluções e geração da documentação.

A padronização destes processos objetivando a redução de desperdícios de insumos, retrabalhos, improvisações na execução das obras, custos e aumento da produtividade no setor da construção por meio da integração sistemática da informação, resulta na necessidade na aplicabilidade colaborativa da mesma. A metodologia para aplicação eficaz é a concentração multidisciplinar da informação para construção por meio da compatibilização de forma planejada. A ausência da compatibilização ao longo do processo projetual de forma sistemática, integrada e colaborativa compromete o desenvolvimento do produto, de modo a refletir posteriormente na qualidade de todo o ciclo de vida do empreendimento.

De acordo com Buschinelli e Santos, (2011) a convergência da informação projetual ocorre na fase final de cada etapa através do produto referente a cada disciplina de forma separada. Além disso, os autores evidenciaram a dificuldade no controle dos arquivos ou representações utilizadas como referência para o desenvolvimento dos projetos complementares, sendo estes executados a partir de bases (referenciadas) atualizadas frequentemente ao longo do processo. Para Mikaldo Jr. (2006), um dos principais motivos que fizeram surgir à necessidade de compatibilizar projetos, refere-se à separação conceitual entre as atividades de projeto e de execução ao longo das últimas décadas. Nesse contexto, essa segmentação interfere no gerenciamento de custos do projeto, planejamento, determinações operacionais, manutenção e controle no decurso de todo o ciclo de vida do empreendimento, por influencia da gestão deficitária da informação.

De acordo com Vital et al. (2010), a gestão da informação proporciona fluxos e processos estruturados e sistematizados entre os colaboradores para obtenção dos resultados pretendidos e vantagem competitiva no mercado. No setor da AECO, uma vez que um projeto é representado em uma série de desenhos, o conteúdo desses documentos torna-se de difícil compreensão para todos os que o utilizam. Conforme Kymmel (2008), problemáticas referentes à visualização incorreta das informações contidas no projeto, por exemplo, podem influenciar diretamente no gerenciamento do custo e, conseqüentemente, planejamento e controle da obra. Se não estiverem totalmente visualizados, compreendidos e comunicados, os mesmos poderão ser incorretamente representados no orçamento, de modo a influenciar em problemas no decurso da execução.

Nascimento e Santos (2003) afirmam que a falta de informações nos processos da construção conduzem a decisões equivocadas e provocam erros de projeto, execução e retrabalho. Para os autores citados, o mesmo ocorre em decorrência do excesso de informações de modo a sobrecarregar os colaboradores com dados irrelevantes. Nesse contexto, a qualidade da informação pode ser entendida como a capacidade de atender aos requisitos de usabilidade de quem solicita a referida informação. Essa qualidade é representada em Garvin (1988 apud MARCHAND, 1989) por meio de cinco principais abordagens que adequam-se ao contexto: transcendente, fundamentado no usuário, no produto, na produção e no valor. Nessa conjuntura, a gestão da informação propicia ações integradas com objetivo de prospectar, selecionar, filtrar, tratar e disseminar todo o ativo

informacional, intelectual da organização, de modo a influenciar na gestão de projetos.

A gestão de projetos é essencial para produtividade do setor da construção civil na medida em que o mesmo torna-se um sistematizador e transmissor da informação de ampla relevância na produção eficiente (MELHADO, 1998). Conforme Scheer et al. (2008), a gestão deficitária das informações no processo de desenvolvimento dos projetos, inclusive na fase de execução e operação, pode ser apontada como uma das causas para a baixa qualidade dos projetos. Com o valor que a informação adquiriu nos últimos anos para as organizações, surge a necessidade em gerenciar a mesma. O uso das TICs, conforme enfatizado em Calazans (2008) se torna cada vez mais importante no sentido de promover a inovação, subsidiar a tomada de decisão e o gerenciar os processos. Para gerenciar este e os demais processos do desenvolvimento do produto, garantindo a qualidade das informações, os gestores devem possuir amplo conhecimento multidisciplinar, elevada capacidade de gerenciar o processo e integrar profissionais das equipes de projeto e seus trabalhos (MELHADO, 2005). Nesse contexto, o planejamento e gestão de processos colaborativos da informação na construção civil, *Virtual Design and Construction* e *Building Information Modeling* (VDC/BIM), representam uma perspectiva condicional para melhores práticas na AECO. Na seção seguinte a mesma será abordada.

2.3. VIRTUAL DESIGN AND CONSTRUCTION / BUILDING INFORMATION MODELING (VDC/BIM)

A tecnologia da informação não é novidade na indústria da construção, contudo a implementação de plataformas, *softwares* e sistemas para aplicações específicas têm evoluído com a demanda da indústria. De acordo com Staub-French e Fischer (2001), a implementação das tecnologias da informação da construção civil, como *Building Information Modeling* (BIM) e *Virtual Design and Construction* (VDC) representam uma perspectiva para práticas eficientes na AECO e têm sido cada vez mais utilizadas para ampliar a eficiência na gestão de processo de projeto, refletindo em todas as etapas do ciclo de vida da edificação.

Entretanto, é importante identificar suas estruturas de conhecimento, dinâmica interna e requisitos para implementação de uma TI, de modo a evitar

senso comum, duplicação de esforços, retrabalho. Nesse contexto enfatiza-se que ambos os acrônimos, apesar da similaridade e comum associação conforme citado em Kam et al. (2016), não correspondem à mesma abrangência e característica conceitual. Nesse contexto, cabe salientar a diferença conceitual abordada em Kunz e Fischer (2012), que caracteriza o BIM pela tendência em agrupamento no modelo de produto e aspectos técnicos de um projeto. Já o VDC, de acordo com os autores citados, abrange a utilização multidisciplinar de modelos de desempenho do Processo, Organização e Produto (POP) e métodos sociais para alcançar os objetivos de negócios. Essa abrangência, de acordo com os autores citados, busca ampliar melhorias no desempenho do projeto.

De acordo com Succar (2012), o BIM refere-se a um conjunto de políticas inter-relacionadas, processos e tecnologias que geram uma metodologia para gerenciar o projeto para indústria da construção e dados essenciais em formato digital ao longo do ciclo de vida do empreendimento. O autor cita a interação entre este conjunto de modo a viabilizar a identificação da estrutura de competências para melhor avaliação da maturidade e desempenho BIM. Conforme a *buildingSMART* (2010), o produto da atividade é o modelo de informação da construção, uma representação digital de características físicas e funcionais de uma edificação, provendo uma base de dados confiável.

BIM se constitui em uma tecnologia de modelagem e um conjunto de processos associados que visam à produção, a comunicação e análise de modelos de construção. A BIM (modelagem) incorpora componentes ou objetos de informação, ali introduzidos pela equipe de colaboração do projeto, com informações necessárias para todo o ciclo de vida do empreendimento. O BIM (processo) redistribui esforços alocando a equipe em atividades importantes de forma sequenciada (EASTMAN et al. 2014). Para Kassem e Amorim (2015), “o impacto do BIM não se limita às edificações, mas alcança desde a indústria de produtos e materiais, passa pelos projetos e obras de edifícios, estradas e outros tipos de infraestrutura e se prolonga pela manutenção e desmonte ou reuso destas obras. Entretanto, o setor da construção de edifícios pode ser visto como elemento central deste processo de difusão, pois cria demanda para os demais setores e assim sendo, neles orienta a difusão do BIM” (p.19).

O *Center for Integrated Facility Engineering* (CIFE) da *Stanford University* (2015), na Califórnia, realiza estudos e monitoramentos contínuos em empresas da

AECO. Estes abrangem os benefícios e limitações nos processos de integração multidisciplinar da informação para construção civil com uso do VDC, que de acordo com Kunz e Fischer (2012), abrangem o uso interativo entre *stakeholders*. Nesse contexto, os referidos autores afirmam que essa abrangência é compatível as diversas partes interessadas, bem como arquitetos, engenheiros, representantes de proprietários, fornecedores, agentes de jurisdição governamental, de modo a viabilizar a avaliação da sua maturidade e desempenho.

O VDC possibilita a estruturação integrada para gerenciar o projeto, de modo a incluir os aspectos que devem e podem ser gerenciados e executados, ou seja, o processo de projeto, construção e manutenção em organizações do setor. Já o BIM concentra-se nos elementos de construção do modelo VDC, que achamos útil, porém limitante, uma vez que os problemas de gerenciamento geralmente envolvem interações organização-processo (KUNZ E FISCHER, 2012). Conforme abordado pelos autores, o VDC interativo permite mudança no comportamento do processo de projeto e construção do empreendimento, bem como redução na latência da tomada de decisão ou obtenção das informações necessárias com qualidade suficiente para tal. “Vemos repetidamente mudanças de latência de dias para horas e até mesmo de minutos em sessões de *design* integrado” (KUNZ E FISCHER, 2012).

De acordo com Kam et al. (2013), desde 2009, mais de 80% das principais empresas da AECO nos Estados Unidos haviam adotado aplicações BIM. A McGraw Hill Construction (2012) divulgou que sua adoção se intensificou, passando de 28% em 2007 para 71% em 2012. O CIFE monitorou o uso multidisciplinar destas aplicações e adoção de métodos sociais, através dos quais os recursos dos aplicativos BIM podem ser aproveitados. No entanto, conforme Kam et al. (2014), a indústria da AECO ainda não efetivou a consolidação de uma estrutura consistente para avaliação da maturidade. Apesar do potencial do VDC/BIM percebido pela indústria, de acordo com Barlish e Sullivan (2012), a maioria das empresas de construção não utiliza uma metodologia formal para avaliar os seus benefícios. Os referidos autores sinalizam á necessidade de uma metodologia relevante para avaliar os benefícios esperados do VDC/BIM em qualquer tipo de projeto, a partir de uma perspectiva de negócios, em conjunto com uma base de dados válida.

De acordo com Ho, Kam e Fischer (2009) apesar da escassez de metodologias de avaliação, muitos profissionais e pesquisadores têm realizado estudos teóricos e práticos para apoiar a indústria. Conforme os referidos autores,

pelo menos 22 artigos sobre o uso de VDC em projetos individuais foram publicados desde 1995, e 23 diretrizes relacionadas ao VDC direcionadas ao nível da empresa ou da indústria estão disponíveis em base de dados internacionais. Estas iniciativas têm feito progressos no sentido de desenvolver uma metodologia de avaliação VDC/BIM baseada em uma estrutura de conhecimento holístico e adaptável. De acordo com Kam et al. (2013), poucas metodologias de avaliação são eficazes ou utilizadas pelos profissionais da indústria da AECO, e não são consideradas as deficiências nos processos no que diz respeito à maturidade do projeto VDC/BIM. A mesma será abordada na subseção seguinte, de modo a apresentar o conteúdo referente a mesma.

2.3.1. Maturidade VDC/BIM

A maturidade BIM, de acordo com Succar (2009), pode ser caracterizada por meio da qualidade, repetibilidade e grau de excelência dentro de uma competência do uso colaborativo. Ainda conforme o autor, “maturidade” denota a extensão dessa competência na realização de uma tarefa ou prestação de um serviço com uso da plataforma. Esta corresponde à progressão dos níveis iniciais a níveis mais elevados de maturidade, indicando respectivamente:

- maior controle, resultante da menor variação entre as metas de desempenho e os resultados reais;
- maior previsibilidade para alcançar objetivos, custo, cronograma e desempenho;
- maior eficácia para alcançar objetivos definidos e mais confiabilidade para planejamentos futuros.

O conceito de maturidade BIM em Succar, Sher e Williams (2012) foi adotado a partir do *Capability maturity model* (CMM), já apresentado na seção 2.1 do presente trabalho. O mesmo foi concebido em função da necessidade de melhoria de processos para avaliação dos fluxos de entrega de projetos de *software* pelos fornecedores do governo e posteriormente para benefícios do Departamento de Defesa dos EUA.

De acordo com Goetze (2014), existem tentativas para mensurar os níveis de maturidade BIM, conforme citados abaixo. Os modelos utilizados são geralmente divididos em duas categorias, medindo a eficiência e eficácia BIM no âmbito de

projetos de construção e entre organizações. O autor cita três dos modelos que considera mais relevante:

- *National Institute of Building Sciences (2007) – National BIM Standard's Interactive Capability Maturity Model (ICMM)*: o modelo ICMM define onze características que configuram a pontuação mínima. Estas características são relacionadas aos níveis de maturidade resultando em uma matriz que é ponderada de acordo com os valores encontrados e convertidos em uma pontuação final concedida ao projeto de construção;
- *BIS (2011): iBIM Maturity Model*; o modelo iBIM foi elaborado para garantir articulação clara das diretrizes e normatizações e como estas podem ser aplicadas a projetos e contratos na indústria da construção no Reino Unido. O modelo identifica as metas específicas de competência, cobrindo tecnologia, normas, classificações e contrato. Estas metas caracterizam a definição de maturidade representada em três níveis no modelo;
- *Succar, Sher e Williams (2012) – Framework and BIM Maturity Index (BIMMI)*: desenvolvido através da análise e compilação de modelos de maturidade dentro de diversos segmentos da indústria. Destina-se a reproduzir os indicadores de gestão da qualidade, requisitos de implementação e avaliação do desempenho BIM. Succar, Sher e Williams (2012) desenvolve seu modelo baseado na análise em três campos interligados: processos, tecnologia e política.

Além desses modelos, Succar (2010) apresenta o *BIM Competency Sets* com a finalidade de avaliar as capacidades e maturidade dos *players*. A estrutura é composta por cinco níveis que avaliam, de acordo com o autor, a compreensão e experiências individuais necessárias para execução de tarefas ou atividades definidas. Outra iniciativa corresponde a *BIM Proficiency Matrix* publicado pela Indiana University em IU (2009) a qual caracteriza como matriz para avaliar a capacidade, maturidade BIM e a proficiência em oito categorias e trinta e duas áreas. É importante mencionar que existem outros esforços relacionados à avaliação da maturidade BIM como os citados por Kassem et al. (2013).

Conforme citado em Succar, Sher e Williams (2012), o uso colaborativo BIM deve ser mensurável, de modo a possibilitar melhorias na produtividade e benefícios oriundos da sua implementação. Sem a definição de medidas e métricas precisas na avaliação do desempenho das suas aplicações, *stakeholders* são incapazes de analisar com eficiência os resultados obtidos, sejam estes rentáveis ou que viabilizem a identificação das deficiências. De acordo com Succar, Sher e Williams (2012), métricas de desempenho permitem que as equipes e organizações avaliem

as suas próprias competências no uso BIM e, potencialmente, para avaliar o seu progresso contra a de outros profissionais.

Uma estrutura baseada em valores, por exemplo, foi proposta por Barlish e Sullivan (2012), na qual foram analisados os resultados monetários, os fatores organizacionais e o impacto resultante do BIM. Nesta, os pesquisadores abordaram a análise de benefícios resultantes da avaliação não apenas dos rendimentos, mas também dos investimentos necessários para consolidação BIM. A conclusão sobre a totalização dos valores percentuais dos investimentos proporcionou economia do valor total de projeto e construção de 5%. Ou seja, o aumento nos investimentos na etapa de projeto refletiu na qualidade dos processos e, principalmente, na economia dos contratantes.

De acordo com Succar (2010), embora seja importante a definição de métricas e critérios de referência para avaliação do desempenho do uso colaborativo BIM, é necessário que estas, além de precisas, também sejam adaptáveis a diferentes segmentos da indústria. Além disso, conjuntos consistentes de métricas BIM formam as bases de sistemas de certificação formais viabilizando, por exemplo, a seleção de empresas que utilizam a plataforma em determinados níveis de maturidade exigidos. O mesmo autor identificou critérios de desempenho que corroboram o aumento da confiabilidade, adotabilidade, e usabilidade para diversos agentes envolvidos no processo. Conforme Succar, Sher e Williams (2012) há um número crescente de métricas de maturidade BIM para avaliar o desempenho de indivíduos, organizações e projetos. De acordo com os autores citados, poucas métricas são aplicadas para medir e comparar a maturidade BIM entre países. No mesmo estudo, os pesquisadores propuseram três métricas qualitativas para medir a adoção BIM e maturidade nos países analisados (Austrália, EUA e Reino Unido). Essas composições abordaram a importância da disponibilidade, distribuição e relevância de publicações notáveis sobre BIM *Noteworthy BIM Publications* (NBP) em diversos mercados.

2.3.2. VDC Scorecard

De acordo com Kam et al. (2013), a apropriação de dados coletados a partir dos modelos de desempenho configurados por meio da análise contínua dos procedimentos a serem executados, organização e produto alicerçam o

desempenho do modelo. Estes são viabilizados por meio da documentação de práticas eficientes para gestão de projeto de modo a serem avaliados mediante utilização dos valores percentuais abordados nas quatro (04) áreas que compõe a metodologia de avaliação da maturidade VDC/BIM. Estas áreas são definidas por meio do VDC Scorecard, compostas por medidas de planejamento, adoção, tecnologia e desempenho que configuram a pontuação geral medida em uma escala percentual que reflete o desempenho do projeto em relação às práticas da indústria.

O VDC Scorecard é uma metodologia baseada em evidências para avaliação da maturidade do uso colaborativo VDC/BIM nas práticas da indústria AECO (KAM et al., 2013, 2014). Esta maturidade é representada por atribuição de valores que configuram a pontuação geral das práticas das unidades estudadas no âmbito da definição de medidas qualitativas e quantitativas compostas pela análise estatística da evolução contínua das práticas na indústria. Estes valores de maturidade são hierarquizados em níveis do VDC Scorecard: a prática convencional (0%-25%), prática típica (26%-50%), prática avançada (51%-75%), melhores práticas (76%-90%), e práticas inovadoras (91%-100%).

Pesquisadores e profissionais da AECO publicaram uma série de diretrizes e trabalhos de pesquisa que influenciaram o desenvolvimento do scorecard do VDC (KAM et al., 2016). Embora algumas dessas publicações tenham conteúdo abrangente, cada um deles contribuiu em sua área de conhecimento e prática respectiva (KAM et al., 2016). Nesse contexto, de acordo com os autores, os temas abordados em Kunz e Fischer (2012) são os que compõem maior contribuição no embasamento do VDC Scorecard, conforme apresentado na Figura 02. A definição formal do VDC na referida publicação refere-se ao uso de modelos multidisciplinares de projetos de construção, incluindo seus modelos de produto, organização e processo (POP) para objetivos de negócios (KAM et al., 2016).

A Figura 02 cita as publicações que contribuíram, de acordo com Kam et al. (2016), para embasamento do VDC Scorecard. A referida figura representa a publicação-chave com “●”, maior contribuição com “○”, contribuição parcial com “△” e “NA” para “não aplicáveis”, conforme Kam et al. (2016).

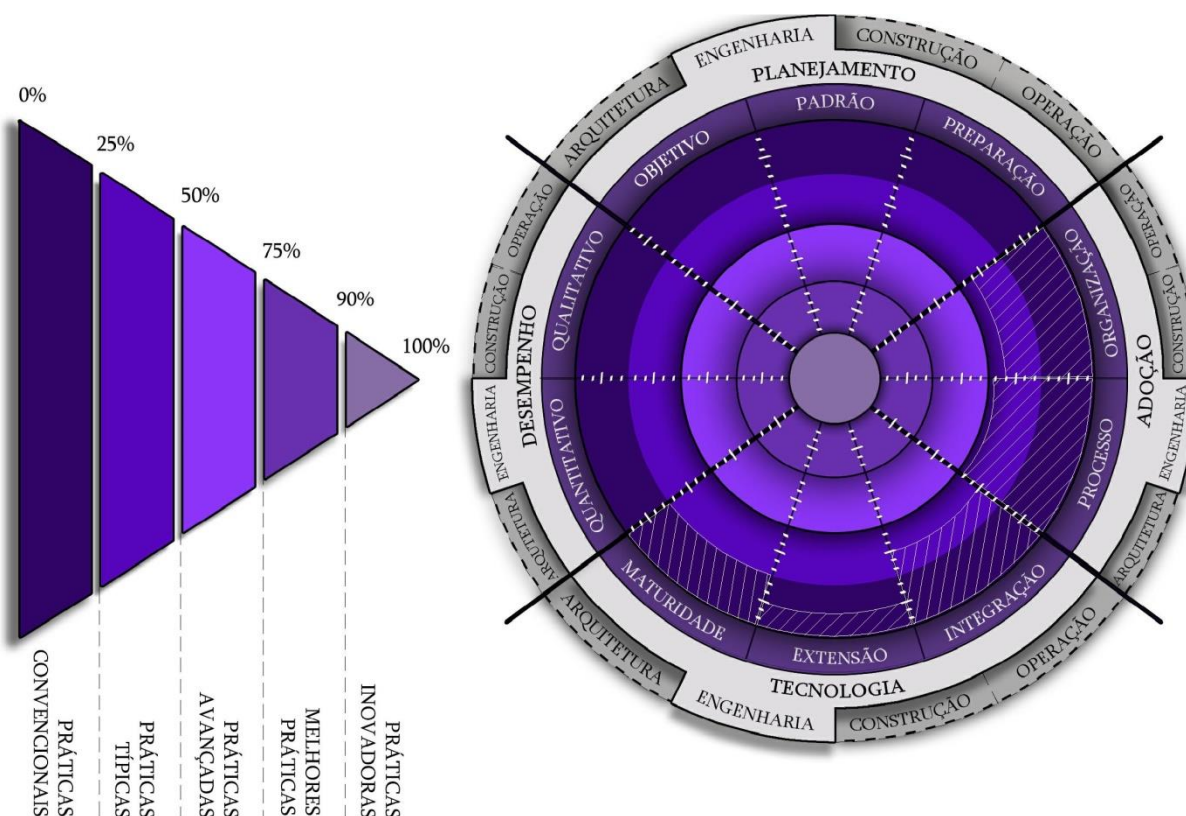
FIGURA 02 – EMBASAMENTO DO VDC SCORECARD.

		Planning (Quantifiable)	Performance (Quantifiable)	Technology (POP Models)	Organization	Process	Iterative Validation of Assessment Framework or Criteria	Adapting to Industry Norms
Key POD	VDC Objectives, POP models, ICE (Kunz and Fischer 2009)	●	●	●	●	●	NA	NA
VDC/BIM Assessment Frameworks	I-CMM (NIBS 2007)			O	Δ	O	Δ	
	Proficiency Matrix (Indiana University 2009)			O	Δ	O		
	BIm ³ (Succar 2009)	Δ		O	O	O		
	BIM QuickScan (Sebastian and Berlo 2010)*	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ		Δ
	Characterization Framework (Gao 2011)	Δ	Δ	O	O	O	Δ	
VDC/BM Guidelines or Standards	Level of Development	LOD (AIA 2008)		Δ	Δ		NA	NA
		LOD (BIMForum 2015)		Δ	Δ		NA	NA
		LOD (USACE 2014)		Δ	Δ		NA	NA
		Levels of BIM (DPR 2010)		Δ	Δ		NA	NA
		MPS (VICO 2012)		Δ	Δ		NA	NA
	Information Models	ISO 12006-2 (ISO 2001)		Δ			NA	NA
		IFC (ISO 2013)		Δ			NA	NA
		IFD (ISO 2007)		Δ			NA	NA
		IDM (ISO 2010)		Δ			NA	NA
		NBIMS (NIBS 2007)		Δ			NA	NA
	Planning (US)	BIM Roadmap (USACE 2006)	Δ				NA	NA
		Contractor's Guide to BIM (AGC 2006)	Δ				NA	NA
		BIM Guide (GSA 2007)	Δ				NA	NA
		BIM Guidelines and Standards (Indiana University 2012)	Δ				NA	NA
		BIM PXP Guide (CIC Research Program 2009)	Δ				NA	NA
		BIM Deployment Plan (Autodesk 2010)	Δ				NA	NA
Non- VDC/BIM References	PDSA (Deming 1993)	Δ	Δ			Δ	NA	NA
	CMM (Paulk et al. 1991)			Δ			Δ	
	PDRI (CII 1996)	Δ	Δ		Δ	Δ	Δ	
	Balanced Scorecard (Kaplan and Norton 1992)	Δ	Δ		Δ	Δ	Δ	

FONTE: Kam et al. (2016)

O VDC Scorecard utiliza uma escala percentual que é composta por cinco níveis de maturidade para cada uma das 56 medidas, e complementada com uma avaliação da confiabilidade na pontuação. Os referidos níveis são caracterizados pela apresentação de pontos percentuais entre classificações das práticas abordadas em Kam et al. (2013), de modo que conforme a pontuação obtida, obtêm-se a associação aos níveis de maturidade em relação as práticas que integram sua configuração. A Figura 03 abaixo representa a hierarquização com o quadro de diagnóstico do VDC Scorecard.

FIGURA 03 – HIERARQUIZAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE DO VDC SCORECARD.



FONTE: STANFORD UNIVERSITY/CIFE, adaptado Britto et, al.(2015; 2016).

O VDC Scorecard é composto por quatro áreas, dez divisões, e cinquenta e seis medidas, de modo a abordar o nível de confiabilidade avaliado por sete fatores para indicar a precisão na pontuação geral. Essas quatro áreas são:

- A área de planejamento, que abrange a criação de objetivos, diretrizes e normas, bem como a disponibilidade de recursos tecnológicos e fiscais que promovam os objetivos de negócios dos projetos;
- A área de adoção, que avalia os aspectos organizacionais e processuais de métodos sociais para implementação da tecnologia;
- A área de tecnologia, que avalia os usos dos modelos, organização e processos implementados em cinco níveis de maturidade;
- A área de desempenho, na qual a precisão e qualidade de informações obtidas sobre os objetivos alcançados são mensurados pela análise quantitativa e qualitativa.

Além dessa composição, a inclusão de medição do nível de confiabilidade fornece uma avaliação mais ampla, de modo a informar aos usuários a fiabilidade da avaliação. O nível de confiabilidade caracteriza a pontuação geral obtida por indicar

a precisão das aplicações de modo a considerar as fontes, a conformidade de *inputs* e frequência das avaliações.

A pontuação geral do VDC Scorecard é composta pela média ponderada dos *scores* por área correspondente com intuito de quantificar a maturidade geral de um projeto. A pontuação por área (04) é resultado da média ponderada de cada divisão (10), a qual cada divisão é calculada pela média ponderada para cada medida (56). Conforme abordado em Britto et al. (2016), esta pontuação viabiliza a classificação e adoção de estratégias para solução de problemas identificados nos setores que compõem estas áreas. As deficiências detectadas, de acordo com os referidos autores, são avaliadas com base no planejamento de atividades para ações de melhoria e, conseqüentemente, são desenvolvidas recomendações para solução dos problemas detectados.

De acordo com Ho, Kam e Fischer (2009), o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação da maturidade VDC/BIM não influencia apenas na qualidade da informação. A mesma propicia o desenvolvimento de base de dados gerenciais para melhoria constante na indústria trazendo também oportunidades para novas pesquisas e críticas construtivas que podem ser embasada em uma base de conhecimento sólida e bem fundamentada. Esta base viabiliza a retroalimentação do conhecimento entre as universidades, as organizações públicas e privadas e diversos segmentos da indústria.

A Figura 04 a seguir representa, conforme apresentado em Britto et al. (2015; 2016), a estruturação do objeto de estudo, de modo a representar o valor referente à pontuação final avaliada.

- Duração: quanto maior o tempo disponibilizado para desenvolvimento da coleta de dados, maior o nível de confiabilidade;
- Acesso à documentação: a pontuação referente à confiabilidade da aplicação aumenta com a disponibilização de documentos relacionados aos questionamentos;
- Engajamento: quanto mais próximo da etapa de conclusão e entrega do projeto, maior o nível de confiabilidade em comparação a um projeto em estágio inicial;
- Múltiplos *stakeholders*: quanto maior o nível de participação dos envolvidos, maior o nível de confiabilidade da aplicação;
- Frequência de uso: quanto maior a frequência de coleta de dados, maior é a precisão dos resultados e, conseqüentemente, mais elevado seu nível de confiabilidade.

Pesquisadores e profissionais da AECO têm produzido uma série de orientações e documentos de pesquisa sobre o uso do VDC/BIM que influenciaram o desenvolvimento do VDC Scorecard (KAM et al. 2014). Embora estes documentos possuam conteúdos abrangentes que cobrem muitos aspectos POP, de modo a manter o uso prático na indústria, cada um deles contribuiu em sua respectiva área de conhecimento e prática.

Conforme estudos realizados pelo grupo de pesquisa do CIFE, até o final de 2012 foram analisados 108 projetos da AECO. Estes estão distribuídos em 13 países da América do Norte, Europa, Ásia e 15 estados dos EUA, e foram projetados e construídos por empresas da AECO. Os resultados e pontuações destes projetos foram analisados com o uso do VDC Scorecard, de modo a estabelecer correlações entre as práticas, bem como a avaliação de desempenho VDC/BIM na indústria. De acordo com Kam et al. (2013), dos 108 projetos estudados, 02, estavam abaixo de 25% e foram classificados como “Prática convencional”; 49, entre 25% e 50%, sendo caracterizados como “Prática típica”; 52 projetos foram pontuados entre 50% e 75% e foram considerados “Práticas avançadas”; 05, entre 75% e 90%, considerados “Melhores práticas”; e nenhum projeto foi pontuado entre 90% e 100%, o que os caracterizaria como “Prática inovadora”. Estes estudos apresentaram maior pontuação para os projetos localizados nos EUA em comparação com os de outros países. Os autores relacionam o resultado ao maior investimento pelos *stakeholders* na implementação do VDC/BIM no setor da construção americana, enfatizando a importância da

participação e maior conhecimento destes na adoção de melhores práticas na indústria da AECO.

Considerando resultados em relação ao investimento pelos *stakeholders* na implementação do VDC/BIM no setor da construção dos EUA, torna-se necessário fomentar maior participação e conhecimento dos envolvidos na adoção de melhores práticas na indústria da AECO brasileira. Estas práticas necessitam ser avaliadas para definição da maturidade dos processos e aproximação de resultados que viabilizem qualidade na tomada de decisões e, sobretudo, documentação de banco de dados gerenciais para práticas eficientes.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo descreve o método de pesquisa utilizado para a realização do presente trabalho, assim como o delineamento do estudo e estratégia utilizada em seu desenvolvimento. Será demonstrado todo o processo de pesquisa bem como a descrição dos ciclos, técnicas e métodos utilizados para coleta e análise de dados. O *design* da mesma configura-se pela utilização de métodos mistos, cujas seções a seguir são apresentadas e caracterizadas as composições metodológicas em relação às justificativas para sua adoção.

3.1. DELINEAMENTO OU *DESIGN* DA PESQUISA

Para Bryman e Bell (2007), o método científico está fundamentado na observação objetiva, na formulação de hipóteses que predizem alternativas, experimentos passíveis de repetição, que podem dar certos ou não, e na análise e revisão do pesquisador e da comunidade científica. Apesar de existirem referências de outros na literatura, os autores abordam a existência dos quatro principais tipos: indutivo, dedutivo, hipotético-dedutivo e dialético. Para o presente trabalho, os dois últimos foram descartados em função da inadequação à natureza da pesquisa. Em relação ao presente estudo, quanto ao procedimento, adequa-se a lógica dedutiva com enfoque analítico, ou seja, dedutivo-analítico.

Quanto ao objetivo, os autores citam três principais tipos: descritivo, explanatório, exploratório. Em relação a presente pesquisa, caracteriza-se pelo caráter exploratório-descritivo. O mesmo é caracterizado a partir das conclusões

obtidas tendo como base teorias pré-existentes em relação à natureza cíclica da pesquisa e *design* apresentado nas subseções seguintes.

3.1.1. Abordagem da pesquisa

A abordagem da pesquisa pode ser qualitativa, quantitativa e mista. As técnicas de pesquisa referentes às abordagens citadas constituem premissas que as caracterizam. De acordo com Bryman e Bell (2007), as técnicas de abordagem quantitativa são compostas por entrevistas, observações e questionários estruturados, ou seja, são caracterizadas pela estruturação da sua técnica. Em relação às técnicas qualitativas, Bryman (1989) enfatiza a relação com coleta documental entre as entrevistas não ou semiestruturadas e a observação participante, de modo a considerar estas as principais técnicas referentes a esta abordagem.

Nos métodos mistos essas abordagens associadas a técnicas de campo, tais como as observações e entrevistas, podem ser combinadas com pesquisas (*surveys*) estruturadas. Conforme Denzin (1978), Jick (1979), Morse (1991), Mynayo e Sanchez (1993), Johnson et al. (2007) e Creswell (2009), isoladamente, as duas primeiras abordagens possuem limitações. Para os autores, a utilização de abordagens mistas possibilita a compreensão mais abrangente dos fenômenos pela complementação entre a eliminação de enviesamentos e uso das potencialidades correspondentes à natureza das abordagens. Sendo assim o presente trabalho, quanto à abordagem científica adotada, refere-se ao caráter misto ou quantitativo-qualitativo. Na subseção a seguir serão apresentadas características do método e estratégia adotados para pesquisa.

3.1.2. Método e estratégia da pesquisa

O presente estudo caracteriza-se pela utilização de métodos mistos. Conforme postulado em Johnson et al. (2007), Creswell (2009) e Creswell e Clark (2011), com base nas limitações identificadas na adoção de métodos únicos, aferiu-se que as mesmas possibilitariam a neutralização ou eliminação de enviesamentos inerentes de outros métodos. Fundamentados pela busca de convergências por meio de abordagens mistas, os autores consideraram a triangulação de fontes e consequentemente, combinação de diferentes tipologias de dados. Assim sendo, os

resultados de um método podem fornecer perspectivas complementares em diferentes níveis ou unidades de análise, de modo a suplementar as limitações que caracterizam outros métodos.

Para melhor entendimento sobre a relevância da análise da composição estrutural do VDC Scorecard, torna-se inadequado delimitar variáveis de estudo pelo fato deste ainda não ter sido explorado. Desse modo, considerou-se adequado a investigação em campo, com embasamento teórico pré-existente sobre a temática de estudo e enfoque na aplicabilidade diante dos critérios atribuídos ao caráter da sua composição. Todavia, tornou-se necessário designar as estratégias a serem combinadas no delineamento do método.

Estratégia

De acordo com Creswell e Clark (2011) há quantidade significativa de estratégias em relação aos métodos comumente utilizados na literatura, conforme representado em Yin (2005) e Robson (2006). Contudo, estratégias que envolvem a coleta e análise de ambas as abordagens de dados em um único estudo pela combinação de métodos, são pouco conhecidas. De acordo com Johnson et al. (2007) e Creswell (2009) existem três estratégias gerais nos métodos mistos - sequencial, concomitante e transformativa. As mesmas são subdivididas em seis tipologias estratégicas:

- explanatória sequencial;
- exploratória sequencial;
- transformativa sequencial;
- incorporada / aninhada concomitante;
- triangulação concomitante;
- transformativa concomitante.

O presente trabalho abrange a proposição da combinação correspondente às estratégias transformativas e triangulações concomitantes. De acordo com características dessas estratégias individuais definidas em Creswell (2009), o pesquisador infere que as mesmas, caracterizam-se por meio da interpretação integrada entre métodos mistos podendo assinalar a convergência ou divergência pela triangulação, de modo a fortalecer alegações reivindicatórias do conhecimento. A mesma possibilitou amplo e detalhado entendimento da pesquisa e também por investigar um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade.

Ambas as estratégias combinadas caracterizam-se pela natureza analítica concomitante, ou seja, a coleta e análise de dados quantitativos e qualitativos são simultâneas, de modo a serem desenvolvidas em uma fase do estudo de pesquisa. Em relação à triangulação concomitante, conforme Creswell (2009) e Creswell e Clark (2011), isoladamente, a mesma caracteriza-se pela utilização de dois ou múltiplos métodos na tentativa de confirmar, aplicar validações cruzadas ou corroborar resultados dentro de um único estudo. Já a transformativa concomitante refere-se como uma guia pelo uso que o pesquisador faz de uma perspectiva teórica específica, fundamentada em ideologias teóricas críticas, reivindicatórias, pesquisa participatória, estrutura conceitual ou teórica.

De acordo com Creswell (2009), a estratégia transformativa pode assumir as características de uma triangulação ou de um método aninhado, o que justifica a combinação estratégica proposta pelo autor da presente dissertação. Uma vez que a referida estratégia pode utilizar de uma perspectiva teórica específica como embasamento crítico, reivindicatório ou participatório, a proposição teórica selecionada serviu como guia para composição analítica do estudo. A mesma é apresentada na seção 1.5 do presente trabalho, de modo a compor a conclusão por meio do confronto com o resultado das análises.

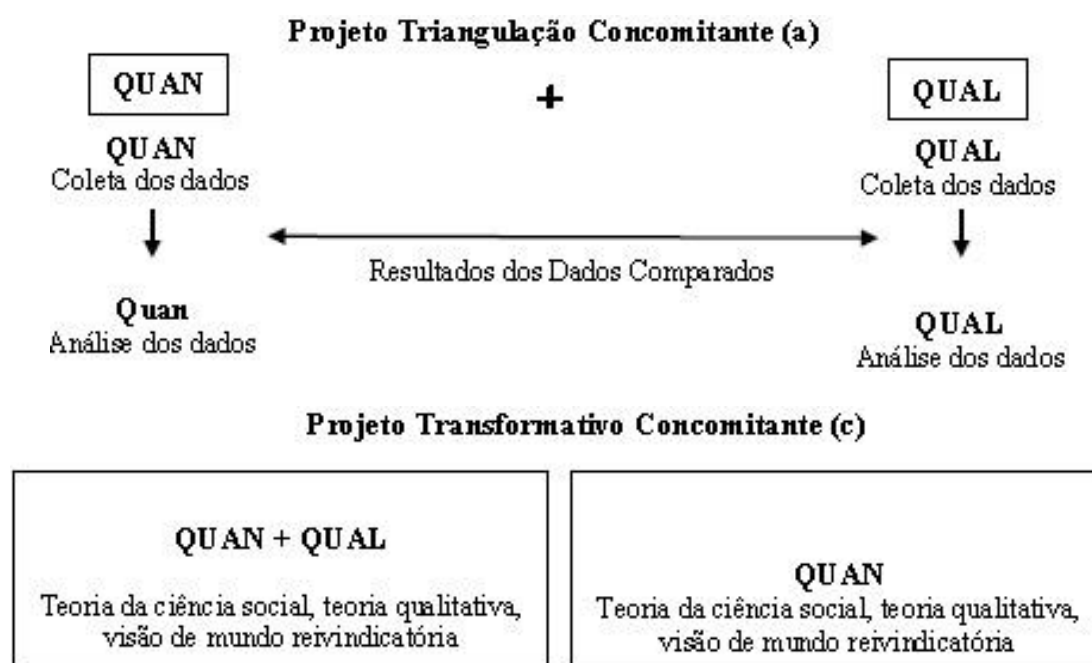
Em relação à triangulação, os dados provenientes da coleta e análise convergem em um formato triangular e também se beneficiam do desenvolvimento prévio da proposição teórica para condução do estudo. A composição da triangulação caracteriza-se pela convergência entre as análises de abordagens qualitativas e quantitativas da amostra investigada, de modo a compor o aspecto triangular da combinação estratégica. Nesta, os aspectos fundamentais para pesquisa envolvem: a questão da pesquisa, a proposição teórica, as unidades de análises (amostra), a relação entre os dados coletados e as teorias que fundamentam o estudo e validações.

Para maior entendimento do método e estratégia de pesquisa apresentados, um modelo conceitual foi desenvolvido de modo a explanar a composição da natureza do estudo. A elaboração de um modelo conceitual contribui com maior compreensão do *design* da pesquisa por meio da visão explícita da sua estruturação, de modo a enfatizar as características importantes, correlações e dados a serem expostos. Na subseção seguinte será apresentado o referido modelo juntamente com as representações apresentadas em Creswell (2009).

3.1.3. Modelo conceitual e estruturação da pesquisa

De acordo com Robson (2006), os modelos conceituais esclarecem, graficamente ou por meio de narrativas, os aspectos primordiais a serem abordados no estudo, constructos, variáveis e possíveis correlações entre os mesmos. A Figura 05 representa a composição padrão das tipologias estratégicas apresentadas em Creswell (2009). Cabe salientar a estrutura de notação característica em pesquisas com métodos mistos, sinalizado em Creswell e Clark (2011) com “quan” para indicar as abordagens quantitativas de um estudo e “qual” para indicar as qualitativas.

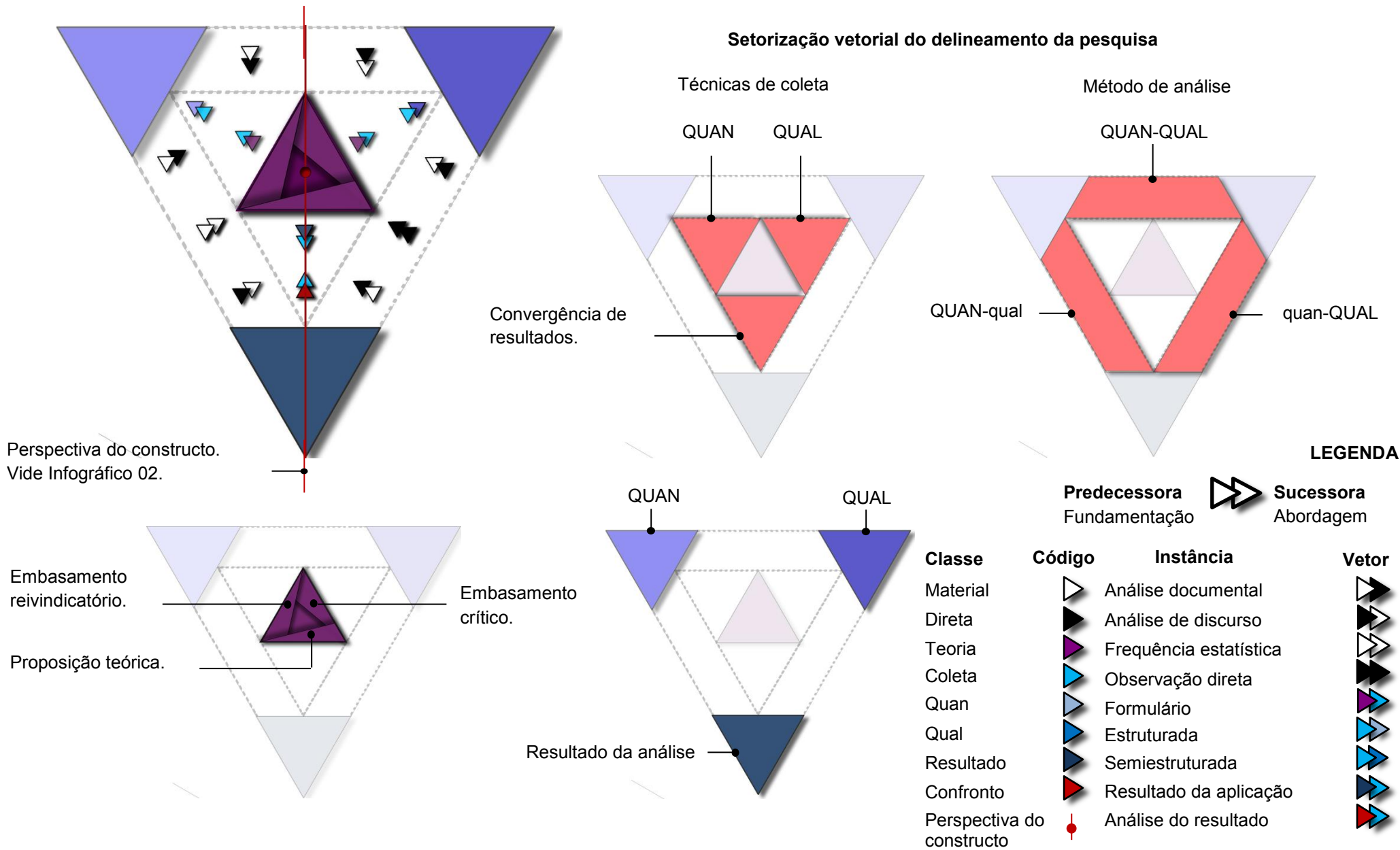
FIGURA 05 – ABORDAGENS ESTRATÉGICAS SELECIONADAS PARA O ESTUDO.



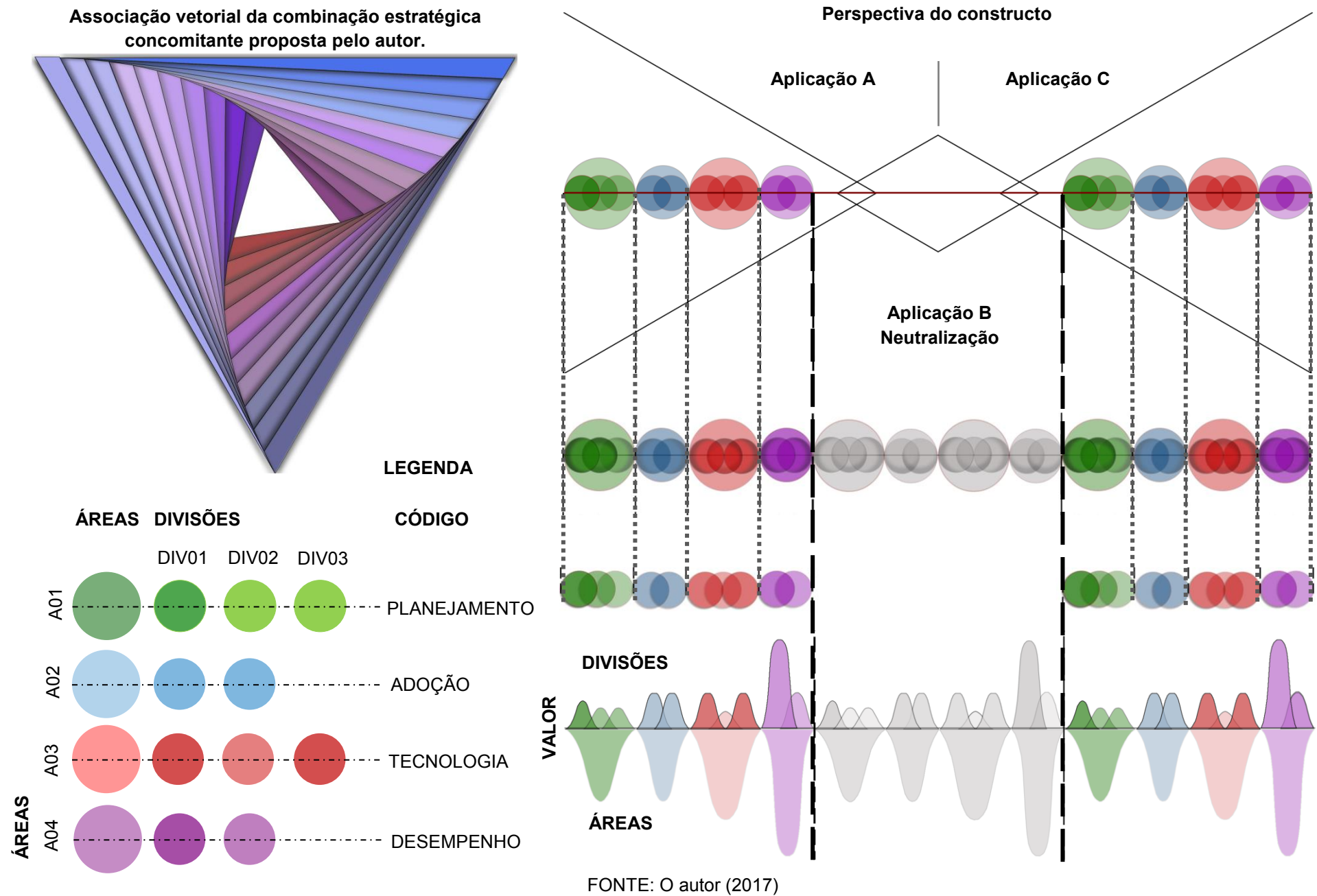
FONTE: Creswell (2009).

A configuração abreviada busca representar a abrangência entre as duas abordagens, de modo que a predominância no âmbito da especificidade de um estudo é indicada por meio do uso de letras maiúsculas e minúsculas. Ou seja, caso um determinado estudo possua maior abrangência quantitativa do que qualitativa, a expressão gráfica do modelo é representada pela notação “QUAN-qual”. Caso ambas as abordagens possuam a mesma significância para a pesquisa, sua predominância é representada de maneira equivalente, ou seja, “QUAN-QUAL”. Com base no que foi exposto, definiu-se a estrutura que sintetiza a natureza da presente pesquisa, representada no Infográfico 01 e Infográfico 02.

INFOGRÁFICO 01 – ESTRUTURAÇÃO DO DELINEAMENTO DA PESQUISA.



FONTE: O autor (2017)



O Infográfico 01 apresenta a estruturação do *design* da pesquisa de modo a representar a composição da mesma. Esta abrange os elementos constituintes das abordagens, técnicas e métodos adotados para coleta e análise de dados, associando-os à tríade que caracteriza a combinação estratégica proposta. A associação é representada pela codificação vetorial de predecessoras e sucessoras por meio da setorização de instâncias entre fundamentações e abordagens que configuram a natureza cíclica do presente estudo.

As setorizações indicadas são descritas na subseção 3.2.1 e sinalizam o vínculo, por meio das técnicas para coleta e métodos de análise adotados, entre a combinação estratégica pelo núcleo transformativo e triangulação concomitante. Este último é constituído pelo produto das abordagens quantitativas, qualitativas e convergência pelo resultado das análises que compõem a tríade estratégica. Já a composição do núcleo transformativo representa o embasamento teórico crítico-reivindicatório do estudo como guia para a composição estratégica e confronto com a proposição teórica apresentada na seção 1.5.

A composição da estratégia proposta, cuja perspectiva do constructo é representada no Infográfico 02, apresenta o comportamento concomitante da pesquisa caracterizada pela combinação dos perfis estratégicos. O mesmo retrata a associação dos vetores apresentados, de modo a constituir o caráter transformativo da triangulação concomitante proposta. Esta caracteriza o constructo representado pela diagramação analítica entre a aplicabilidade do VDC Scorecard com o propósito de analisar sua composição estrutural pela neutralização das suas medidas.

A diagramação refere-se à aplicabilidade do objeto de estudo em três tipologias: aplicação A; B e C – cuja estrutura das mesmas é constituída pelo aspecto avaliativo padrão da sua composição. Contudo, na aplicação B as medidas foram neutralizadas de modo a fundamentar a análise comparativa pela convergência entre os resultados obtidos e realidades de práticas observadas na coleta e análise dos dados. A coleta de dados foi embasada em tópicos previamente estabelecidos pelo pesquisador, relacionados aos critérios apresentados na proposição teórica do presente estudo e fundamentação teórica referente ao objeto de pesquisa analisado. Características da mesma são abordadas na subseção seguinte, na qual são apresentadas as principais premissas que embasaram o protocolo de coleta de acordo com a revisão da literatura.

3.1.4. Técnica de pesquisa

De acordo com Bryman e Bell (2007), as técnicas para coletas de dados adequadas às abordagens quantitativas são as entrevistas estruturadas, não estruturadas e interações. O protocolo para esta coleta serve como roteiro para desenvolvimento de abordagens pertinentes no decurso da entrevista, a fim de obter amplo alinhamento com o propósito dos tópicos previstos na pesquisa. No caso das abordagens qualitativas, os autores enfatizam as entrevistas semiestruturadas cujos questionamentos podem não seguir um perfil programado, porém devem atender os requisitos predefinidos pelo pesquisador para o estudo.

Pela conformidade com a abordagem mista para o desenvolvimento da presente pesquisa, foram realizadas as aplicações fundamentadas na versão 9.0 do formulário de coleta que compõe o VDC Scorecard. O mesmo foi utilizado como guia para as entrevistas onde todas as medidas foram aplicadas tendo como fundamento a observância nos tópicos relacionados aos critérios direcionados pela proposição teórica pesquisada. A natureza desta seguiu aspectos que buscaram contribuir com o desenvolvimento analítico do estudo por meio da aplicação do formulário a caráter estruturado e semiestruturado, ou seja, em ambas as abordagens.

As coletas foram realizadas com gestores, coordenadores, construtores e projetistas atuantes nas organizações que atendem à demanda do setor da construção, caracterizadas pela implementação do VDC/BIM. Além disso, foram realizadas entrevistas com contratantes de alguns dos projetos e obras executadas por essas empresas, de modo a buscar validar informações a respeito da maturidade VDC/BIM nos projetos selecionados. As entrevistas buscaram obtenção de evidências relacionadas às aplicações do objeto de estudo a partir de seus respondentes, porém, não com base apenas em suas opiniões pessoais e experiências profissionais, mas principalmente, pela comprovação documental.

Conforme exposto, apresentou-se a técnica referente a presente pesquisa cujo protocolo de coleta caracteriza-se pelo embasamento teórico correspondente a composição estrutural do objeto de estudo. Ou seja, o referido protocolo serve como instrumento de aplicação do VDC Scorecard uma vez que o mesmo representa sua estrutura avaliativa pela associação às suas medidas. Na subseção a seguir será caracterizado o protocolo de coleta de dados que compõe o presente trabalho.

3.1.5. Protocolo de coleta de dados

Após a seleção dos projetos foram agendadas as entrevistas com *stakeholders*, cujas atribuições variam entre gestores, coordenadores, construtores, projetistas e contratantes dos referidos projetos. Em conformidade com a abordagem mista adotada e formulário de coleta do VDC Scorecard, foi utilizada a técnica de entrevista estruturada e semiestruturada para sua aplicação. A natureza das entrevistas foi caracterizada pela aplicação de questões que constituem a versão 9.0 do formulário disponível no endereço *web* do CIFE / Stanford.

Com o intuito de avaliar a confiabilidade do referido instrumento de coleta, adotou-se o coeficiente *alpha* de Cronbach de modo a mensurar a consistência interna do formulário utilizado. O *alpha* citado caracteriza-se, conforme Peter (1979), Hayes (1995), Trochim (2003) e Cronbach (2004), como estimador do grau de correlação entre variâncias e covariâncias dos itens que compõem o instrumento de coleta. O mesmo foi mensurado abrangendo as composições que constituem a estrutura avaliativa do formulário de modo a considerar a consistência interna geral e por áreas cujo resultado é apresentado na subseção 4.1.1.

As questões integram as divisões correspondentes às quatro áreas que compõem a estrutura do objeto de estudo por meio das medidas que as constituem, as quais foram aplicadas em consonância as alternativas de respostas predefinidas no seu formulário. Estas representam, por meio de pontos percentuais, a relação com os valores relativos e absolutos da composição estrutural por média ponderada de modo a compor a pontuação das práticas avaliadas pela sua aplicação. Este resultado é ponderado entre as medidas, divisões e áreas com intuito de obtenção da pontuação geral do projeto e, conseqüentemente, associação aos níveis hierárquicos da maturidade predefinidos no VDC Scorecard.

O formulário foi aplicado em observância à fundamentação dos critérios previamente estabelecidos pelo pesquisador, relacionados à proposição teórica apresentada na seção 1.5. Entretanto, permitiu-se espaço para proporcionar a descoberta de peculiaridades que puderam ser expostas nas entrevistas com os *stakeholders*, em relação ao uso VDC/BIM nos projetos selecionados. As entrevistas, que tiveram duração média entre 90 a 120 minutos, foram realizadas presencialmente e por meio de videoconferência, gravadas e, posteriormente, transcritas para serem analisadas.

Durante as coletas, os envolvidos obtiveram a necessidade em abordar problemáticas no decurso do processo de implementação, principais dificuldades encontradas e melhorias observadas ao longo do processo de projeto e execução das construções. Essas informações complementaram a fundamentação da coleta e análise dos dados na Aplicação B, cuja característica da composição refere-se à neutralização das medidas que constituem o objeto de estudo. Foi observada principalmente a relação entre o tempo total de atuação das empresas com o período referente à implementação de práticas VDC/BIM pelas mesmas. Essa relação auxiliou o processo de análise de dados de modo a corroborar a necessidade de novas coletas entre os envolvidos nas aplicações iniciais e colaboradores que ainda não haviam sido entrevistados.

Como fonte de coleta de dados, observou-se também a rotina organizacional em alguns projetos, de modo a verificar o fluxo dos processos, documentos disponibilizados para coleta de informações e composição da avaliação. De acordo com Robson (2006) a observação representa papel fundamental, uma vez que possibilita ao pesquisador estabelecer contato direto com a realidade estudada. Esta observação foi essencial para facilitar o entendimento do comportamento dos indivíduos participantes do processo. O mesmo possibilitou comparar os resultados das aplicações do VDC Scorecard, as informações e documentação disponibilizada pelos *stakeholders* e a realidade organizacional.

A observação foi utilizada para facilitar a obtenção de dados a respeito das práticas sobre as quais os indivíduos em muitos momentos não têm consciência, mas que, de certa forma, orientam seu comportamento intuitivamente. Nesse contexto, os dados provenientes dessas coletas foram analisados em observância a fundamentação teórica investigada e neutralização das medidas, de modo a alinhar as operações sucessivas da pesquisa ao atendimento dos objetivos do presente trabalho. Na subseção seguinte são apresentados os métodos de análises dos dados advindos das aplicações do VDC Scorecard nas unidades de estudo selecionadas para a presente pesquisa.

3.1.6. Método de análise de dados

A configuração analítica da pesquisa foi desenvolvida por meio de abordagem mista. A mesma foi caracterizada pelas aplicações do VDC Scorecard

na avaliação das práticas VDC/BIM das unidades de análises selecionadas, de modo a serem respaldadas pelas fundamentações investigadas em bases bibliográficas existentes. Foi utilizada a técnica para testar as previsões, conforme abordado em Yin (2005), delimitadas por meio da proposição teórica apresentada colocando-a em confronto com o resultado das análises advindas das evidências e convergência dos dados coletados na pesquisa.

Os dados provenientes da aplicação do formulário, descrito na subseção anterior, foram avaliados por meio da composição estrutural do objeto de estudo e sistematicamente analisados em ambas as abordagens da pesquisa. Em conformidade com a combinação estratégica apresentada, o método de análise abrange a triangulação de dados entre os resultados quantitativos e qualitativos da aplicabilidade nos projetos avaliados. O estudo destas aplicações caracteriza-se pela composição avaliativa que as constitui de modo a embasarem as operações sucessivas de análise.

A aplicabilidade foi analisada com base nas três tipologias de aplicações citadas na subseção 3.1.3. Na Aplicação A e C os projetos foram avaliados por meio da composição estrutural padrão do VDC Scorecard, cujos valores (pesos) atribuídos às medidas, divisões e áreas foram mantidos e aplicados em consonância com o formulário. Em relação à Aplicação B, as medidas correspondentes às avaliações que as configuram foram neutralizadas com intuito de fundamentar a análise comparativa pela convergência com o resultado obtido na Aplicação A. Este resultado foi comparado com as realidades de práticas observadas e confienciadas pelos respondentes pela neutralização da Aplicação B de modo a embasar a análise pela Aplicação C, cuja composição estrutural padrão caracterizou a avaliação.

Os resultados foram analisados quantitativamente com base nas frequências e correlações estatísticas calculadas, aferição documental e discurso, em conformidade com a avaliação das práticas por meio da estrutura das aplicações. As mesmas foram simultaneamente analisadas, sob aspecto qualitativo, por observação direta na maioria dos projetos avaliados, análise documental e discurso dos entrevistados. A combinação estratégica entre ambas as abordagens contribuiu com a análise do objeto de estudo concomitantemente por meio das unidades de análise avaliadas, de modo a fundamentar o confronto com as proposições teóricas da pesquisa. As referidas unidades serão descritas na subseção seguinte.

3.1.7. Unidades de análise

A presente pesquisa tem como unidades de análises, projetos desenvolvidos por empresas atuantes no setor da AECO responsáveis por empreendimentos executados no Brasil e outros países como Argentina e Angola. O perfil das mesmas é caracterizado pelo uso VDC/BIM no atendimento as demandas do setor da construção civil em período superior a dois anos desde a definição em adoção da plataforma. Estas organizações são escritórios de projetos e construtoras situadas nas regiões centro-oeste, nordeste, sudeste e sul do território brasileiro que desenvolvem projetos arquitetônicos, estruturais e complementares em VDC/BIM. Além disso, algumas dessas são caracterizadas pelo acompanhamento e execução das construções resultantes destes processos.

Foram estudados projetos desenvolvidos em VDC/BIM, com peculiaridades técnicas variadas e em sua maioria caracterizadas como edificações de múltiplos pavimentos, definidos juntamente entre o pesquisador e empresas selecionadas. Os dados foram sistematizados a partir da estrutura avaliativa que compõe a versão mais recente do VDC Scorecard, de modo a possibilitar os procedimentos sucessivos de análise e atendimento aos objetivos do presente trabalho. Não foram estudadas empresas que implementaram a plataforma nos últimos dois anos, de modo a evitar inconsistências de dados em função das limitações iniciais do processo de adoção. Desse modo, as referidas delimitações da presente pesquisa são explicitadas na subseção seguinte.

3.1.8. Delimitação do trabalho

Os critérios adotados para delimitação da pesquisa correspondem ao estágio de implementação VDC/BIM, configuração do escopo projetual e delimitação dos projetos. O critério de implementação considerado pelo autor refere-se à relação entre o estágio transitório corrente e a conjuntura decisória para adoção da plataforma, de modo a corresponder ao uso referente às necessidades das práticas organizacionais atuais. As mesmas buscam alinhamento contínuo em relação às demandas do setor, maior controle e qualidade da informação no decurso do ciclo de vida do empreendimento e obtenção de vantagem competitiva no mercado. Descritos a seguir estão às delimitações correspondentes ao critério de implementação VDC/BIM e configuração do escopo projetual:

- empresas que adotaram o VDC/BIM em período inferior a dois anos, após estágio inicial de revisão das práticas organizacionais, foram descartadas;
- organizações que restringem os serviços prestados com o uso da plataforma de modo a limitar-se ao atendimento específico à uma única demanda de serviços do escopo contratual foram descartadas.

Em relação aos critérios adotados referentes à delimitação dos projetos que constituíram a abordagem analítica:

- projetos desenvolvidos sem o uso VDC/BIM foram descartados;
- projetos pilotos foram descartados;
- projetos desenvolvidos com o uso VDC/BIM, cuja execução ainda não tenha iniciado, foram descartados;
- empreendimentos executados resultantes do processo de projeto sem o uso VDC/BIM foram descartados;

Na subseção seguinte são apresentadas as características organizacionais e nicho de atendimento das práticas VDC/BIM advindas das empresas selecionadas na demanda do setor da AECO. Essas organizações são citadas de modo a apresentar os respectivos projetos selecionados como unidades avaliadas para contribuição dos ciclos sucessivos de análise na presente pesquisa.

3.1.9. Seleção das unidades de análise

Os dados analisados foram coletados das unidades descritas no item 3.1.7 do presente trabalho, o qual limitou-se a seleção de quatorze organizações em uma abrangência de vinte e três empresas consultadas. Dentre essa totalidade as exclusas da pesquisa foram caracterizadas pela insuficiência de informações comprobatórias ou relevantes, incompletude na aplicação do formulário, incompatibilidade mútua de agenda e ausência de resposta.

A seleção de projetos nestas organizações teve como propósito respaldar, mediante fundamentação teórica investigada e da proposição previamente definida, o embasamento analítico do trabalho. Portanto, a seleção das unidades de análise foi estabelecida em observância aos aspectos e critérios apresentados respectivamente na subseção 3.1.7 e 3.1.8 do presente trabalho, de modo a evitar inconsistência de dados em alinhamento aos objetivos da pesquisa.

Quanto ao procedimento de seleção dos projetos, o mesmo se deu em conformidade a análise documental prévia, contato presencial, via telefone, e-mail e videoconferência. Este procedimento buscou evidências que determinassem a conformidade com os critérios para seleção das empresas e projetos aptos a aplicação do estudo.

As unidades de análise selecionadas correspondem à abrangência do setor da AECO referente à gestão de projetos com uso VDC/BIM e construção. Suas atividades são caracterizadas por vínculo às demandas do mercado no atendimento a diversos segmentos da indústria. Essas demandas são caracterizadas pela prospecção, desenvolvimento, gestão de projetos e construção de edificações, em sua maioria de múltiplos pavimentos. Suas tipologias variam com ênfase em projeto residencial, comercial e corporativo, com abrangência nos segmentos hoteleiro, educacional, hospitalar e industrial.

A seleção das empresas ocorreu pela pertinência ao objetivo da presente pesquisa, de modo a considerar a experiência dos colaboradores na gestão, desenvolvimento de projetos e conhecimento empírico referente à responsividade da demanda VDC/BIM no mercado nacional. Em média nos últimos seis anos, algumas empresas selecionadas investiram no atendimento às demandas correspondentes à simulação do avanço físico da obra, cronograma e controle de custos VDC/BIM (4D e 5D). Contudo, a maior regularidade de solicitações consiste no controle de custos, cronograma e detecção de interferências físicas no modelo multidisciplinar, de modo a influenciar na qualidade do processo de tomada de decisões por meio do maior controle colaborativo da informação.

Desse modo, buscou-se selecionar projetos com maior abrangência do escopo contratual em atendimento a diversidade de práticas com a utilização da plataforma, cujo conteúdo esteja alinhado ao propósito da pesquisa. Trata-se de trinta e três unidades de análises cujas descrições atendem aos critérios apresentados na subseção anterior. Cabe ressaltar o estágio de execução das obras em função das peculiaridades técnicas referentes à diversidade de tipologias projetuais avaliadas, além de problemáticas cotidianas potencializadas pela atual crise política nacional.

Nesse contexto, não foram autorizadas a divulgação dos dados e informações referentes às organizações e projetos avaliados na presente pesquisa. Desse modo, a identificação das organizações, a receita bruta auferida, identificação

e dados dos projetos, para desenvolvimento do estudo são mantidos em sigilo e são reportadas conforme Tabela 01 a seguir:

TABELA 01 – DADOS REFERENTES ÀS UNIDADES DE ANÁLISES

UNIDADES DE ANÁLISE				
EMPRESAS (NOME)	UNIDADES (NOME)	TIPO (FACILITY)	PROJETO (TIPO)	EXECUÇÃO (ETAPA)
Organização A	Projeto A1	Institucional	Nova construção	25-50%
	Projeto A2	Uso misto	Nova construção	50-75%
Organização B	Projeto B1	Hoteleiro	Nova construção	0-25%
	Projeto B2	Residencial	Nova construção	25-50%
	Projeto B3	Residencial	Nova construção	25-50%
Organização C	Projeto C1	Comercial	Nova construção	100%
	Projeto C2	Comercial	Nova construção	100%
Organização D	Projeto D1	Institucional	Nova construção	25-50%
	Projeto D2	Residencial	Nova construção	75-100%
	Projeto D3	Institucional	Ampliação	50-75%
Organização E	Projeto E1	Educacional	Nova construção	100%
	Projeto E2	Uso misto	Nova construção	50-75%
Organização F	Projeto F1	Comercial	Ampliação	50-75%
	Projeto F2	Uso misto	Nova construção	25-50%
	Projeto F3	Uso misto	Ampliação/Reforma	25-50%
Organização G	Projeto G1	Comercial	Ampliação/Reforma	75-100%
	Projeto G2	Hoteleiro	Nova construção	50-75%
Organização H	Projeto H1	Residencial	Nova construção	50-75%
	Projeto H2	Hospitalar	Ampliação	25-50%
	Projeto H3	Institucional	Ampliação	0-25%
Organização I	Projeto I1	Uso misto	Ampliação	0-25%
	Projeto I2	Residencial	Nova construção	25-50%
	Projeto I3	Comercial	Nova construção	25-50%
Organização J	Projeto J1	Uso misto	Nova construção	50-75%
	Projeto J2	Institucional	Ampliação	0-25%
	Projeto J3	Uso misto	Ampliação/Reforma	25-50%
Organização K	Projeto K1	Institucional	Nova construção	75-100%
Organização L	Projeto L1	Educacional	Ampliação	75-100%
	Projeto L2	Comercial	Nova construção	50-75%
Organização M	Projeto M1	Institucional	Ampliação/Reforma	75-100%
Organização N	Projeto N1	Residencial	Nova construção	100%
	Projeto N2	Comercial	Nova construção	25-50%
	Projeto N3	Uso misto	Nova construção	25-50%

FONTE: O autor (2017)

As organizações possuem em média entre quinze a cinco anos de tempo de atuação no mercado, cujo atendimento às demandas VDC/BIM foi iniciada entre os últimos nove a três anos. Ambas são compostas por equipes responsáveis pelo desenvolvimento de projetos com o uso da plataforma de modo a constituir a

estruturação pelas competências individuais e *capabilities* entre atribuições multidisciplinares contratuais. Ou seja, 28,57% são caracterizadas pela totalidade dos seus colaboradores com a referida expertise e atribuição técnica, e 71,42% das empresas estruturadas entre “núcleo BIM” e *players* em processo de capacitação.

Sob a perspectiva do planejamento, gerenciamento e abrangência operacional, 35,71% das empresas caracterizam-se pelo suporte ao monitoramento e controle das construções advindas desses processos, com equipes instaladas em campo. No entanto, 64,29% das organizações são caracterizadas pela assistência indireta por meio do suporte a solicitações e gestão informacional provenientes do canteiro de modo a influenciar significativamente na responsividade de requisições. Em ambos os aspectos as equipes constituem-se em média entre cinco a dez colaboradores familiarizados com BIM, dentre estes, gestores, coordenadores, projetistas e alguns construtores, com atribuições multidisciplinares ou de suporte a decisão técnica.

Em relação às características dos projetos selecionados, os mesmos correspondem a segmentos residenciais, comerciais, educacionais, hospitalares e hoteleiros. Estas unidades são resultantes da gestão de projetos com o uso VDC/BIM e são apresentados em associação às respectivas organizações e diversidade de estágios de execução da obra, conforme explicitado na Tabela 01.

A disponibilização e acesso as informações ocorreram por meio de entrevistas e foram motivados pelo contato direto com gestores, coordenadores e experiência profissional do pesquisador em algumas das organizações. Essas informações constituíram a análises dos projetos pelo VDC Scorecard, cuja quantidade de aplicações por empresa varia em média entre uma a três avaliações em períodos intercalados do ciclo de coleta de dados. Esse procedimento buscou atualizar informações retroalimentadas nas avaliações anteriores pelo alinhamento ao progresso das construções ou pelo *feedback* de informações disponíveis em *backups* ou documentos impressos.

Com base no acima exposto, apresentou-se a estrutura geral do presente trabalho sob adoção da abordagem de métodos mistos por meio da combinação estratégica proposta. A referida estrutura é descrita de modo a sintetizar o conteúdo abordado em alinhamento à representação estrutural das informações contidas nos Infográficos 01 e 02. A síntese do mesmo é caracterizada na seção seguinte, cuja estrutura geral da pesquisa é representada por meio do Infográfico 03.

3.2. ESTRUTURA GERAL DA PESQUISA

Em conformidade com a natureza da composição estratégica proposta pelo autor para o estudo, não convém constituir a estruturação de etapas sequenciais em decorrência do aspecto concomitante apresentado. A estrutura geral da mesma, proposta pelo autor, é composta por ciclos. Estes correspondem à síntese da metodologia do presente trabalho, alinhada ao *design* de pesquisa e desdobramentos analíticos abordados, cuja composição morfológica da referida estrutura constitui-se na subseção seguinte.

3.2.1. Composição morfológica da estrutura estratégica

Os ciclos são caracterizados pelo conteúdo correspondente à combinação estratégica proposta e representados pela associação vetorial enfatizada no Infográfico 01. A referida associação é constituída pela codificação de vetores vinculados a representação de predecessoras e sucessoras. As mesmas são apresentadas por meio da setorização de instâncias entre fundamentações e abordagens que configuram a natureza cíclica da pesquisa.

A setorização é composta pelos vetores que caracterizam as técnicas e métodos de análise de modo que sua abrangência, não meramente representativa, configura o vínculo entre a tríade concomitante e o núcleo transformativo. Ou seja, as setorizações são predecessoras das tríades e sucessoras do referido núcleo, conforme composições e legenda apresentadas no Infográfico 01. Em relação à setorização dos métodos de análise, a mesma também corresponde à composição associativa apresentada, porém pelo vínculo convergente entre os elementos citados em conformidade com as instâncias codificadas.

As instâncias são caracterizadas pela configuração das classes em consonância com as variações de tonalidades apresentadas de modo a constituírem a relação cíclico-prismática com referenciação adimensional, conforme representado no Infográfico 02. Essa relação constitui-se pela associação reversa entre os vértices que compõem a tríade de modo a caracterizar-se pela ênfase tríplice *vesica piscis* da *triquætra* que fundamenta a estruturação da combinação estratégica proposta pelo autor. Nesse contexto, a associação reversa entre os vértices corresponde à complementação do conteúdo pela interseção cíclica de modo que a composição conclusiva de um ciclo fundamente o posterior continuamente.

A referida ênfase tríplice configura-se em consonância com o caráter contínuo da transição cíclica entre a tríade e núcleo transformativo por meio da integralidade do constructo, ou seja, os ciclos interligam-se continuamente de modo a constituir um todo. Esse aspecto pode ser observado na presente pesquisa cujo produto fundamenta a composição conclusiva entre ciclos, por exemplo, o resultado da convergência é embasado pela convergência de resultados. No contexto genérico, o substrato gerado pelo possível aspecto cumulativo da transição, a depender do constructo, é eliminado entre interseções cíclicas. Ou seja, o resultado da análise potencializa a análise do resultado de modo a anular enviesamentos de prováveis resíduos entre ciclos por meio da validação ou pela triagem de possíveis observações que não constituem o constructo.

Em relação à combinação estratégica proposta, a mesma configura-se de modo a possibilitar a potencialização de estados da arte, inovatividade e inovação no decurso contínuo por frequências cíclicas de pesquisa. Isto é, a combinação estratégica proposta possibilita renovar-se e adaptar-se continuamente à extensão e complexidade de ciclos de pesquisa, sob a mesma estrutura analítica, mediante periodicidade do caráter exploratório e publicações notáveis investigadas. Cabe ressaltar que a proporção e valor das contribuições científicas advindas da exequibilidade dessa estrutura, com fundamentação ou ênfase sejam estas empíricas ou teóricas, dependem da perspectiva da pesquisa a ser realizada e parâmetros metodológicos a serem adotados.

Em relação à perspectiva de estudo, os critérios referem-se à (ao):

- investigação e identificação prévia do valor da informação requerida;
- acesso e disponibilidade da referida informação;
- infraestrutura e recursos alinhados ao propósito do estudo;
- abrangência e contexto da pesquisa;
- tempo disponível;
- cronograma apto à eventuais ajustes ou adversidades;
- reversibilidade das instâncias e vetores em função de novas descobertas;
- análise contínua entre transições cíclicas em alinhamento ao constructo;
- alinhamento contínuo ao (s) objetivo (s) da pesquisa.

Quanto aos parâmetros metodológicos, a proposição dos mesmos incluem critérios e diretrizes a serem considerados. Os parâmetros são apresentados juntamente com seus respectivos critérios e diretrizes. Os mesmos consideram aspectos provenientes das características metodológicas entre métodos únicos comumente abordados na literatura científica e métodos mistos. Os parâmetros, critérios e diretrizes referem-se respectivamente aos (às):

a) métodos científicos;

- compatibilidade da composição mista de pesquisa ao método científico.
 - conhecer o perfil do procedimento científico a ser delineado sob o projeto misto de pesquisa, de modo a determinar possíveis predominâncias quanto à lógica do estudo, seja esta dedutiva, indutiva, hipotética e dialética.

b) objetivos;

- compatibilidade da composição mista de pesquisa ao objetivo do estudo;
 - compreender previamente a natureza da pesquisa pretendida, de modo a estabelecer possíveis predominâncias quanto ao caráter do estudo, sejam estes exploratórios, explanatórios e descritivos.
- seleção da composição analítica mista.
 - versatilidade lógica da estruturação de predecessoras e sucessoras que constituem o vínculo entre o núcleo transformativo e triangulação concomitante, de modo a possibilitar a reversão estrutural alinhada ao problema de pesquisa;
 - versatilidade lógica da estruturação de elementos que constituem as classes, instâncias e respectivos atributos vetoriais, de modo a possibilitar a reversão estrutural alinhada ao problema de pesquisa.

c) métodos de pesquisa;

- seleção do método misto de pesquisa;
 - investigar e considerar as abrangências e desdobramentos científicos provenientes dos métodos únicos alinhados com o propósito do estudo,

de modo a eliminar enviesamentos pela designação de técnicas e métodos de análises compatíveis ao (s) objetivo (s) de pesquisa.

- adequação do método misto de pesquisa;
 - investigar e compreender a composição das técnicas e métodos de análises de modo a eliminar enviesamentos pela designação de possíveis predominâncias quanto ao alinhamento do método misto ao (s) objetivo (s) de pesquisa.
- seleção do caráter transformativo da pesquisa;
 - investigar antecipadamente contribuições científicas existentes e relevantes sobre a temática de estudo de modo a designar a natureza do núcleo transformativo, seja esta reivindicatória, crítica, participatória e teórica.
- compatibilidade do aspecto associativo estratégico.
 - estabelecer o vínculo entre a referida combinação estratégica por meio da predominância vetorial das suas abordagens, de modo a estabelecer a composição analítica da triangulação pela associação ao caráter transformativo adotado.

d) constructo.

- integralidade;
 - investigar, avaliar e propor conceituações correspondentes a totalidade do escopo gerado a partir do domínio de estudo, aptas a especificação de soluções ou variáveis operacionais do problema identificado.
- abrangência.
 - investigar, analisar e avaliar as evidências advindas da fundamentação, sejam estas reivindicatórias, críticas, participatórias e teóricas, mediante alinhamento ao domínio de pesquisa, em observância a abrangência empírica;
 - investigar, analisar e validar soluções do problema identificado, sejam estas no âmbito prático ou conceitual-hipotético, mediante avaliação

prévia quanto a relevância da proposição sob domínio de pesquisa, em observância a abrangência teórica ou empírica;

- investigar, analisar e validar soluções do problema identificado, sejam estas no âmbito empírico, mediante avaliação prévia quanto a relevância da proposição sob o domínio de pesquisa, em observância a abrangência teórica.

Com base no que foi exposto, para o presente estudo, a estrutura geral da pesquisa caracteriza-se pela composição entre três ciclos. Os mesmos constituem a subseção seguinte de modo a descreverem o conteúdo referente ao estudo.

3.2.2. Estrutura cíclica da pesquisa

O delineamento do estudo abrange a composição e os desdobramentos analíticos do presente trabalho. Os mesmos foram descritos na seção 3.1 e sintetizados na referida estrutura de modo a buscar explicar a composição cíclica e respectivo desenvolvimento.

O capítulo introdutório do estudo abrange a identificação do problema de pesquisa de modo a fundamentar o objetivo da mesma. Com base nisso, investigou-se possíveis proposições teóricas em bases bibliográficas nacionais e internacionais que correspondam à temática e alinhamento aos objetivos do estudo. Os registros referentes ao tema foram buscados em cinco bases de dados: *Science Direct*, *Emerald Insight*, *Scopus*, Portal Periódico Capes e Google Acadêmico.

A proposição selecionada é embasada em fundamentações teóricas explicitadas na revisão bibliográfica correspondente à proposta do presente trabalho. A mesma subsidiou a coleta de dados das unidades de análises nas organizações selecionadas e buscou embasar a composição da estrutura cíclica da pesquisa.

Com base nisso, desenvolveu-se a síntese da estrutura geral da presente pesquisa por meio do Infográfico 03. O mesmo apresenta a composição do presente trabalho cuja natureza da pesquisa é exposta de modo a explicitar sua abordagem por métodos mistos e ciclos de desenvolvimento. Os referidos ciclos são descritos em seguida de modo concluir a apresentação da estrutura do estudo.

INTRODUÇÃO

Identificação do problema de pesquisa;

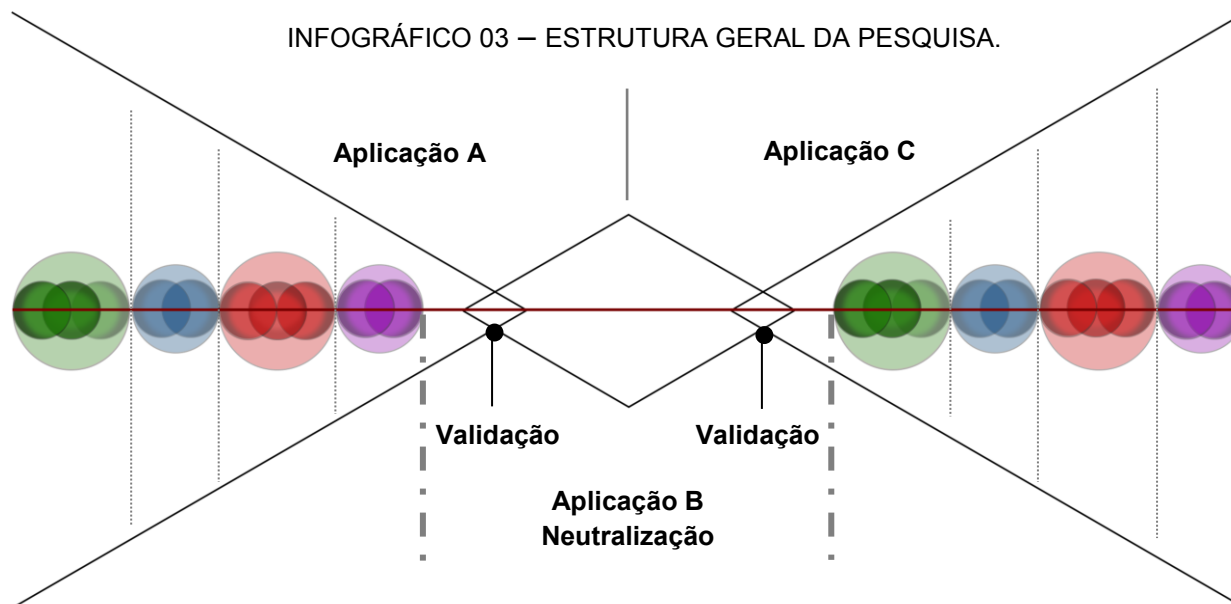
Revisão bibliográfica;

Definição da proposição teórica da pesquisa.

LEGENDA: Eixos

- ■ ■ Ênfase
- ■ ■ Embasamento
- ■ ■ Foco

INFOGRÁFICO 03 – ESTRUTURA GERAL DA PESQUISA.



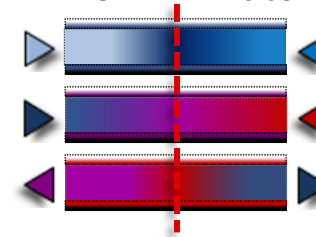
CONCLUSÃO

Apresentação da análise do resultado;

Generalização analítica;

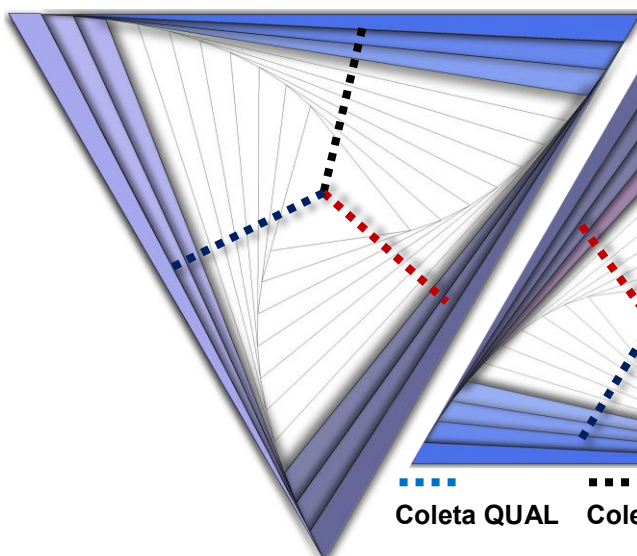
Conclusão e contribuição científica.

LEGENDA: Ciclos



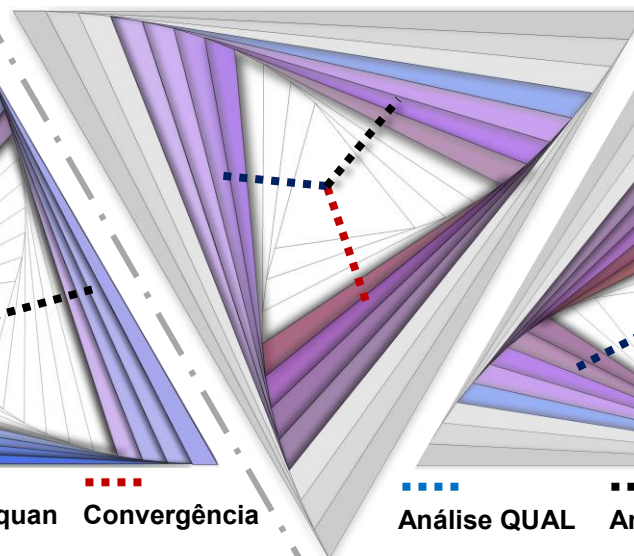
CICLO 01: Coletas

■ ■ ■ Coleta QUAN ■ ■ ■ Coleta qual ■ ■ ■ Resultado



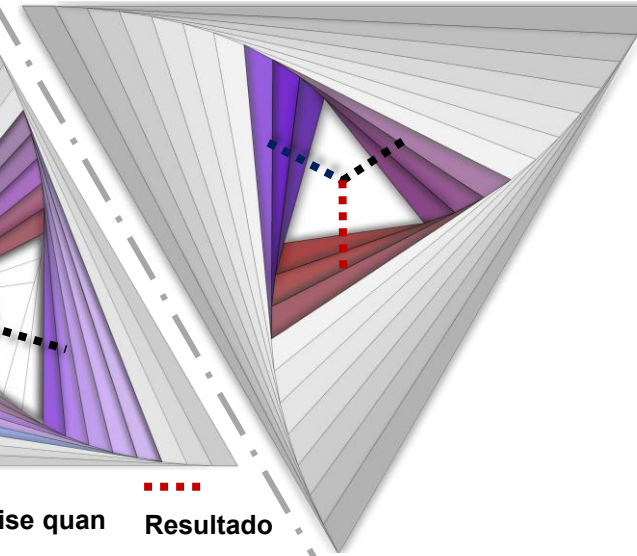
CICLO 02: Análises

■ ■ ■ Análise QUAN ■ ■ ■ Análise qual ■ ■ ■ Convergência



CICLO 03: Resultados

■ ■ ■ Resultado ■ ■ ■ Teoria ■ ■ ■ Análise



TRANSIÇÃO CÍCLICA

TRANSIÇÃO CÍCLICA

FONTE: O autor (2017)

Conforme explicitado no Infográfico 03 e apresentado na seção anterior, a estrutura cíclica da pesquisa caracteriza-se entre três ciclos de desenvolvimento. A transição entre estes é composta pela reversão das suas perspectivas analíticas, cuja inversão dos eixos pelos seus vértices caracteriza a predominância das suas abordagens de modo a embasar as operações simultaneamente. Os mesmos são apresentados de modo a descrever suas composições e desdobramentos analíticos:

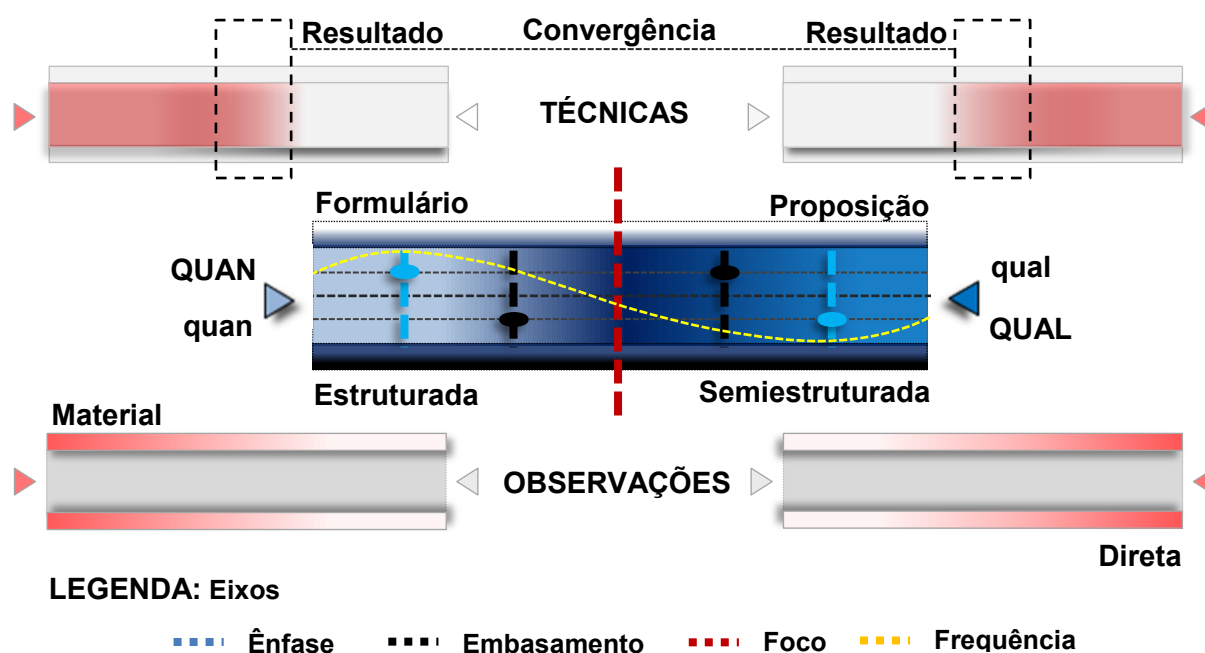
- ciclo 01: referente à coleta de dados entre *stakeholders*, por meio das aplicações do VDC Scorecard nos projetos selecionados;
- ciclo 02: correspondente ao resultado das análises por convergência das três tipologias de aplicação no objeto de estudo, analisando-o concomitantemente;
- ciclo 03: apresentação da análise do resultado por meio do confronto com a proposição teórica da pesquisa.

Os referidos ciclos caracterizam-se essencialmente pela natureza concomitante da combinação estratégica proposta pelo autor. O Infográfico 03 enfatiza essa natureza por meio da apresentação dos mesmos de modo a sintetizar a estrutura geral da pesquisa. Sua composição é descrita conforme classes e respectivas instâncias apresentadas na seção anterior, cujo conteúdo das mesmas vincula-se entre a tríade e o núcleo transformativo pela associação vetorial.

A associação vetorial configura-se pelo vínculo com o conteúdo metodológico adotado de modo a correlacionar as técnicas e métodos de análise aos ciclos de pesquisa apresentados. Nesse contexto, ambos os ciclos interligam-se de modo a embasarem o produto dos ciclos subsequentes cuja relação entre o caráter e a composição analítica que as caracteriza são retratados pelos eixos, conforme Infográfico 03. Essa associação é descrita de modo a caracterizar a relação citada com a estrutura geral da pesquisa.

No ciclo 01, cuja composição refere-se à coleta de dados, o vínculo entre tríade e núcleo transformativo configura a referida associação pela convergência dos resultados das aplicações do objeto de estudo. As coletas correspondem às aplicações do VDC Scorecard nas unidades de análises, a qual foi adotada técnicas de entrevistas alinhadas ao caráter misto apresentado. A Figura 06 aborda o conteúdo enfatizado de modo a caracterizar a associação por ciclos da pesquisa.

FIGURA 06 – ASSOCIAÇÃO VETORIAL CÍCLICA: CICLO 01.



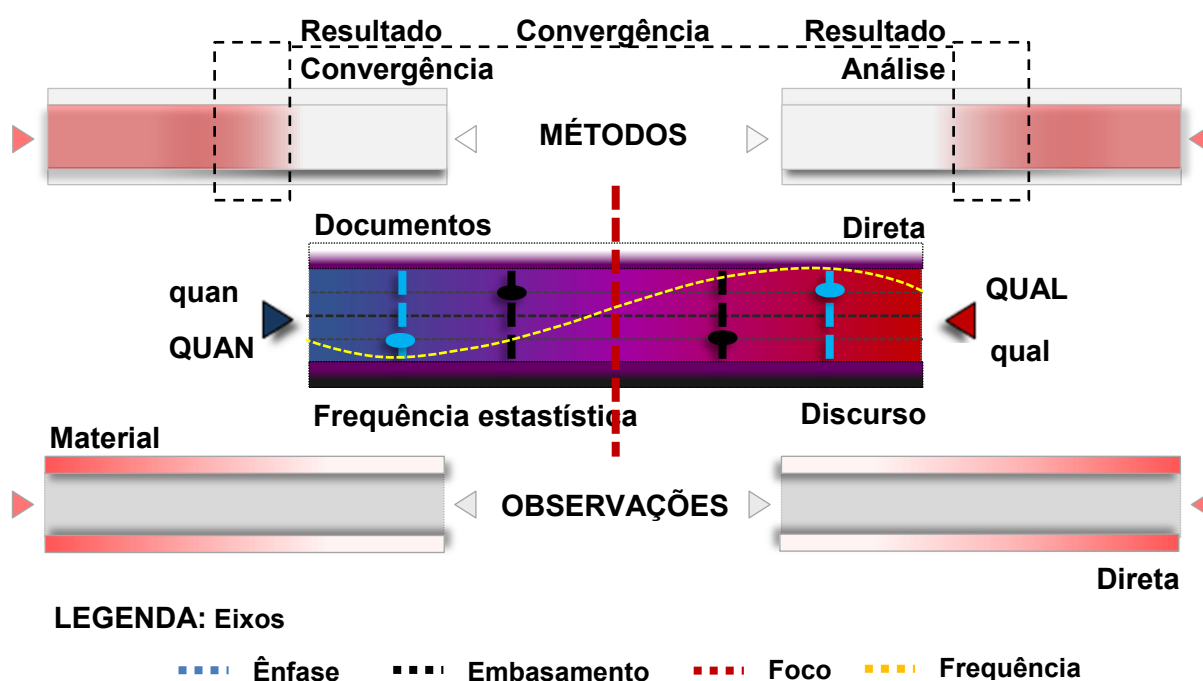
FONTE: O autor (2017)

A Figura 06 apresenta a associação vetorial correspondente ao ciclo 01 cuja composição analítica das técnicas adotadas é relacionada à predominância das suas abordagens em ambas as perspectivas cíclicas. Os eixos apresentados, tanto no Infográfico 03 quanto nos referidos diagramas (Figura 06, 07 e 08), abrangem os aspectos referentes à natureza analítica dessas abordagens conforme representado em legenda. Esses aspectos são destacados em ambas as perspectivas de modo a serem associados à predominância das suas abordagens.

Em relação às técnicas e métodos que compõem a presente pesquisa, ambos são indicados em consonância com a apresentação dos eixos e perspectivas cíclicas representadas. Por exemplo, na Figura 06 sob a perspectiva qualitativa, a técnica de coleta caracterizou-se pela predominância da ênfase semiestruturada e embasamento na proposição teórica, com raciocínio similar para a quantitativa. Sob a perspectiva QUAN-qual, as entrevistas seguiram aspectos com ênfase no formulário em consonância com embasamento na referida proposição, cujo aspecto da mesma norteia a presente pesquisa e caracteriza o núcleo transformativo. Nesse contexto, a perspectiva QUAL-quan constitui-se pela ênfase na técnica semiestruturada em conformidade aos aspectos observados no caráter estruturado da coleta.

As perspectivas cíclicas abordadas caracterizam-se pela natureza da pesquisa, cuja associação vetorial referente ao ciclo 01 constitui-se pelo produto gerado concomitantemente entre ambas as abordagens, com foco na convergência dos resultados entre aplicações. O referido foco é caracterizado em conformidade com a legenda apresentada, de modo que o eixo, variação da tonalidade central alinhada às classes e respectivos vetores abordados, enfatizam o foco nos resultados pretendidos. O resultado da convergência fundamenta o conteúdo do ciclo 02, cuja associação vetorial abordada por meio da Figura 07 caracteriza a composição analítica cíclica.

FIGURA 07 – ASSOCIAÇÃO VETORIAL CÍCLICA: CICLO 02.



FONTE: O autor (2017)

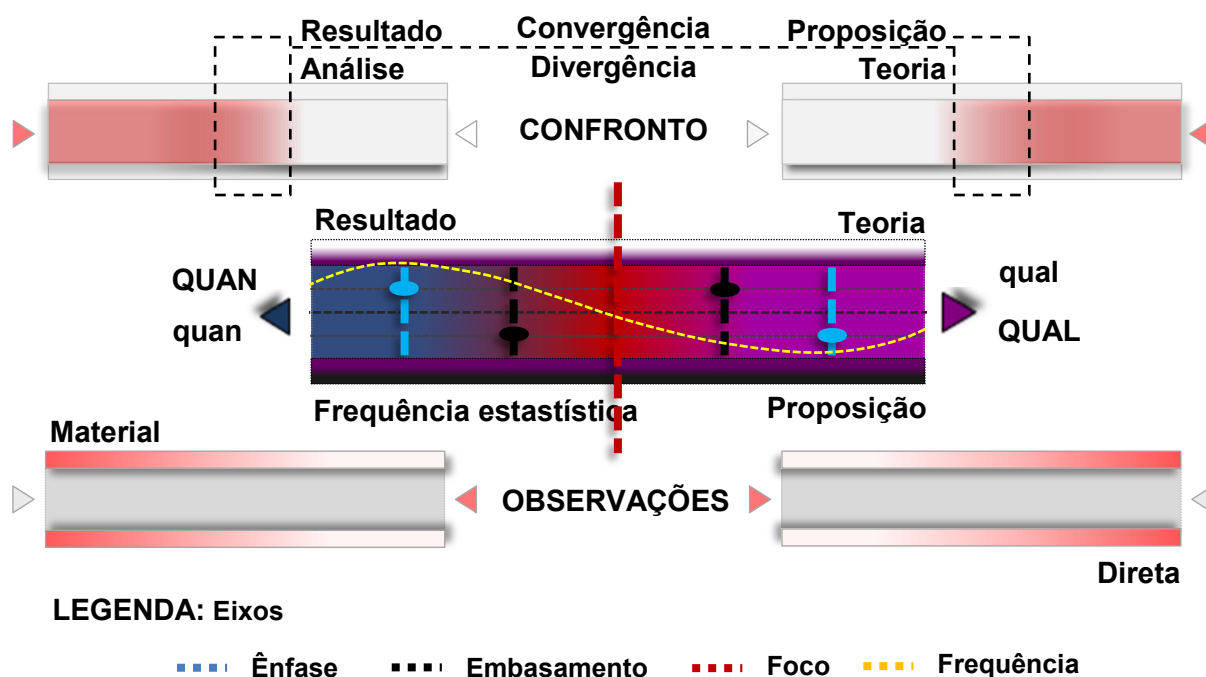
O ciclo 02 caracteriza-se pela composição analítica dos métodos adotados para presente pesquisa. Conforme explicitado na Figura 07 é possível observar a associação vetorial do referido ciclo por meio das relações apresentadas entre os elementos que as constituem, com enfoque na teoria existente, sob a mesma interpretação do diagrama anterior. Essas relações referem-se à predominância das suas abordagens em ambas as perspectivas cíclicas, cujo resultado do ciclo predecessor embasa a composição analítica cíclica em evidência.

A predominância das abordagens caracteriza a estrutura analítica da pesquisa, em consonância com as técnicas e métodos adotados para a composição

mista dos métodos mistos. A frequência cíclica de pesquisa enfatizada em ambos os diagramas apresenta a relação da referida predominância com os eixos e vetores abordados. A mesma representa a composição analítica da combinação estratégica proposta. Nesse contexto, a depender dos elementos e período que venham a constituir a referida relação, a frequência poderá vir a oscilar e, consequentemente, a integralidade e abrangência do constructo. Os aspectos e respectivos desdobramentos da referida frequência e estrutura analítica cíclica proposta serão abordados em estudos posteriores desenvolvidos pelo próprio pesquisador.

Na sequência é apresentada a Figura 08 com intuito de explicitar a associação vetorial correspondente ao ciclo 03 cujo conteúdo é abordado no capítulo subsequente do presente trabalho.

FIGURA 08 – ASSOCIAÇÃO VETORIAL CÍCLICA: CICLO 03.



FONTE: O autor (2017)

Conforme explicitado na Figura 08, o ciclo 03 aborda a análise entre o resultado da convergência em confronto com proposição teórica adotada. Nesse contexto são apresentados os resultados da presente pesquisa em consonância com os procedimentos metodológicos apresentados no capítulo em evidência de modo a constituir a generalização analítica do presente trabalho. O mesmo foi validado mediante testes apresentados na seção seguinte cujo conteúdo abordado compõe a conclusão do presente capítulo.

3.3. VALIDAÇÃO DA PESQUISA

Os testes de validade representam instrumentos para obtenção de aspectos que relacionam os resultados e evidências com a teoria existente. A pesquisa deve demonstrar, de acordo com Yin (2001), que as operações do estudo podem ser repetidas e que serão obtidos resultados semelhantes, como forma de prover confiabilidade à mesma.

Conforme o mesmo autor, quatro testes são usualmente utilizados para determinar a qualidade dos estudos: validade interna, validade externa, validade do constructo e confiabilidade. Estes são definidos como testes de validade e têm como objetivo diminuir a quantidade de possíveis equívocos de metodologia. Com essa finalidade, serão apresentados nas subseções seguintes os testes correspondentes à validação do presente trabalho.

3.3.1. Validação interna

O levantamento de informações pela aplicação nos projetos avaliados e fundamentação teórica investigada foi importante para a análise do objeto de estudo. Pretendeu-se com o embasamento contribuir com os procedimentos analíticos da pesquisa em alinhamento ao objetivo da mesma. Para atender a esse propósito, os produtos advindos da combinação estratégica proposta foram decorrentes da avaliação mediante confronto com a proposição teórica apresentada no presente trabalho, de modo a validar os resultados da generalização analítica. Com os resultados embasados por essas fundamentações, em alinhamento a aplicabilidade do VDC Scorecard estudada por meio da neutralização das suas medidas, foi possível extrair resultados que reflitam a maturidade das práticas VDC/BIM.

3.3.2. Validação externa

Conforme levantamento em bases bibliográficas nacionais e internacionais foi possível investigar métodos e ferramentas para avaliação da maturidade VDC/BIM e suas aplicações no setor da AECO. Contudo, não foram identificadas pesquisas caracterizadas pela análise dessas ferramentas em relação a suas composições e aplicabilidade no cenário internacional. Nesse contexto, embasado pelo levantamento bibliográfico e confronto com proposição adotada, a análise do VDC

Scorecard valida-se em consonância aos aspectos das abrangências avaliativas observadas na aplicabilidade.

A análise, em conjunto com a estrutura analítica proposta e referidos aspectos por meio da neutralização das medidas, possibilita que os resultados deste trabalho possam ser generalizáveis no cenário internacional, caso o pesquisador obtenha acesso às informações e valores que compõem o formulário padrão. As referidas informações não foram autorizadas para publicação, uma vez que, são de propriedade do CIFE, Stanford. Desse modo, estabelece-se que as práticas VDC/BIM que venham a ser avaliadas, provenientes da diversidade de contextos no cenário internacional, passam a ser ponderadas mediante alinhamento com os referidos aspectos abordados na presente pesquisa.

3.3.3. Validação do constructo

A revisão bibliográfica permitiu obter definições conceituais e operacionais dos principais termos, ferramentas e demais variáveis associadas ao escopo desta pesquisa. As evidências foram decorrentes de pesquisa bibliográfica em literatura internacional, dentre publicações do CIFE, e nacional sobre o tema. Para abrangência do constructo, as evidências também foram provenientes de entrevistas e coleta de dados entre os *stakeholders* das unidades de análises estudadas empiricamente por meio da observação direta do pesquisador. Além disso, foi realizada análise da composição estrutural do VDC Scorecard mediante sua aplicabilidade pela neutralização das suas medidas, cuja fundamentação deste último compõe o presente estudo.

3.3.4. Validação de confiabilidade

A presente pesquisa foi desenvolvida por meio de métodos mistos, cuja combinação estratégica proposta delineou a coleta e análise dos dados alinhados com o objetivo do trabalho. Esse alinhamento buscou contribuir com maior efetividade da pesquisa por meio da aplicação do estimador *alpha* de confiabilidade, de modo a buscar apresentar a variância de erros aleatórios do instrumento de coleta que compõe o objeto de estudo, analisando-o. A utilização dos resultados obtidos neste trabalho poderá ser reproduzida em estudos futuros se as

considerações provenientes da sua composição forem seguidas conforme abordado neste estudo.

Em conformidade do que foi exposto, apresentou-se a validação da pesquisa cujo conteúdo correspondente aos resultados é apresentado no capítulo seguinte. O referido capítulo inicia-se de modo a apresentar a confiabilidade do instrumento de coleta por meio do coeficiente *alpha* de Cronbach e resultados relacionados à composição cíclica abordada.

4. RESULTADOS

O presente capítulo apresenta os resultados da pesquisa. O mesmo inicia-se com a verificação da consistência interna do instrumento de coleta do objeto de estudo cuja aplicação caracteriza-se pela utilização do referido formulário, conforme abordado no capítulo anterior. Após os resultados da análise de confiabilidade são apresentados os demais resultados provenientes da composição cíclica apresentada e considerações finais do presente trabalho. Nesse contexto, a identificação dos elementos que constituem a composição estrutural do VDC Scorecard é reportada conforme indicação dos códigos definidos para a presente pesquisa a seguir:

$$A0x > DIV0x > M0x$$

onde:

A0 corresponde às áreas que compõem o objeto de estudo;

DIV0 corresponde às divisões que compõem as respectivas áreas;

M0 corresponde às medidas que compõem as respectivas divisões;

x corresponde à identificação dos respectivos elementos.

Com base na indicação apresentada, desenvolveu-se a Tabela 02 cujo conteúdo da referida composição é explicitada em conformidade com a identificação, codificação gerada para a pesquisa e quantidade dos respectivos elementos.

TABELA 02 – CODIFICAÇÃO DA COMPOSIÇÃO ESTRUTURAL DO VDC SCORECARD

(Continua)

CODIFICAÇÃO DA COMPOSIÇÃO ESTRUTURAL				
ÁREA (VALOR)	CÓDIGO (ÁREA)	DIVISÃO (NOME)	CÓDIGO (DIVISÃO)	MEDIDAS (QUANTIDADE)
PLANEJAMENTO		Objetivo	DIV01	05
Rel.: 0,20 Abs.: 0,20	A01	Padronização	DIV02	03

				(Conclusão)
		Preparação	DIV03	05
ADOÇÃO Rel.: 0,20 Abs.: 0,20	A02	Organização	DIV01	12
		Processo	DIV02	06
TECNOLOGIA Rel.: 0,25 Abs.: 0,25	A03	Maturidade	DIV01	01
		Abrangência	DIV02	02
		Integração	DIV03	10
DESEMPENHO Rel.: 0,35 Abs.: 0,35	A04	Quantitativo	DIV01	08
		Qualitativo	DIV02	04

FONTE: O autor (2017)

Conforme apresentado na referida tabela, a composição estrutural do VDC Scorecard caracteriza-se pela aplicação de cinquenta e seis medidas que integram as dez divisões das respectivas áreas apresentadas. Em relação à identificação das medidas, as mesmas seguem a indicação apresentada e constituem a composição analítica do presente capítulo cujo conteúdo é abordado, sistematicamente, no decurso da apresentação de resultados. Na seção a seguir é apresentada a confiabilidade do formulário utilizado na presente pesquisa com intuito de verificar a consistência interna do referido instrumento de coleta do objeto de estudo.

4.1. CONFIABILIDADE DO INSTRUMENTO DE PESQUISA

O conceito de confiabilidade, conforme postulado em Hayes (1995), é definido como o grau em que o resultado medido reflete o resultado verdadeiro, ou seja, o quanto uma medida está livre da variância dos erros aleatórios. Para o referido autor, a variância em cada conjunto de variáveis está associada às próprias variáveis. Logo, conforme a associação desta aos erros aleatórios diminui, a variância dos valores observados aproxima-se dos valores verdadeiros, o que conceitualmente indica maior confiabilidade às medições e ao instrumento de coleta.

Para Sampieri et al. (2006), confiabilidade refere-se a verificação do grau em que um instrumento, aplicado repetidas vezes, mantém sua coerência e constância de modo a estimar a estabilidade de seus resultados. Cabe ressaltar que em Cronbach (1947), quatro definições caracterizam o referido conceito e respectivos métodos de estimação. Os mesmos correspondem ao (à):

- a) coeficiente de equivalência;

- confiabilidade é o grau cujo resultado de um teste representa o estágio imutável do indivíduo, à depender da constância no decurso do período especificado, no universo ou em quaisquer traços amostrais definidos.
- b) coeficiente de equivalência e estabilidade;
- confiabilidade é o grau cujo resultado de um teste indica diferenças imutáveis do indivíduo no universo ou em quaisquer traços amostrais definidos.
- c) coeficiente de estabilidade;
- confiabilidade é o grau cujo resultado de um teste permanece com diferenças imutáveis do indivíduo em qualquer abordagem.
- d) coeficiente de autocorrelação hipotética;
- confiabilidade é o grau cujo resultado de um teste indica diferenças do indivíduo em qualquer abordagem no presente momento.

Importante frisar a existência de outros conceitos e procedimentos utilizados para mensurar a confiabilidade de instrumentos de pesquisa e, conseqüentemente, verificar a correlação entre os valores obtidos.

De modo geral, teoricamente a confiabilidade representa o quanto os valores observados estão correlacionados aos valores reais. Contudo, de acordo com Trochim (2003) e Crocker e Algina, (2006), em muitas abordagens os valores reais das variáveis não são conhecidos, o que torna impossível determinar a confiabilidade diretamente por meio da correlação entre ambos os valores. Nesse contexto, Trochim (2003) aborda respectivamente, os procedimentos e coeficiente comumente utilizados na literatura para estimar a confiabilidade e verificar a consistência interna do instrumento de pesquisa.

Para a presente pesquisa é verificada a consistência interna do formulário que constitui o VDC Scorecard por meio da aplicação do estimador abordado pelos referidos autores. O mesmo foi utilizado no presente trabalho cujos resultados são apresentados na subseção seguinte.

4.1.1. Análise da consistência interna

Conforme Trochim (2003), a consistência interna refere-se ao grau com que os itens do instrumento de coleta estão correlacionados entre si e com o resultado geral da pesquisa, o que representa uma mensuração da confiabilidade do mesmo. Nesse contexto, o estimador de confiabilidade deriva das fontes de variâncias cujos erros associados aos diferentes itens podem ser utilizados pela adoção do coeficiente *alpha* de Cronbach. O referido estimador considera a variância conferida aos indivíduos, a atribuída à interação entre os mesmos e os itens que compõem o instrumento de coleta.

Coeficiente *alpha* de Cronbach

De acordo com Cortina (1993), o coeficiente *alpha* de Cronbach é um dos estimadores mais difundidos em pesquisas envolvendo o desenvolvimento de testes e suas aplicações. O mesmo foi apresentado em 1951 por Lee J. Cronbach de modo a mensurar a correlação entre respostas de um instrumento pela análise do perfil das respostas atribuídas pelos respondentes. O α é calculado pela variância dos itens individuais e da variância da soma dos itens através da seguinte equação:

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \cdot \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right)$$

onde:

k corresponde ao número de itens do instrumento;

S_i^2 corresponde à variância de cada item;

S_t^2 corresponde à variância total do instrumento determinado com a soma de todas as variâncias.

Conforme exposto, apresentam-se os resultados da análise da consistência interna dos itens pertencentes às áreas que constituem o objeto de estudo e resultado geral da análise com base na aplicação do formulário. Ou seja, a variância dos itens individuais e da soma foi calculada para cada área em particular e de modo geral conforme respostas atribuídas pelos respondentes, cujo resultado compõe a Tabela 03. A referida tabela considera a aplicação do formulário que constitui o objeto de estudo nas unidades de análise apresentadas na seção anterior.

TABELA 03 – ANÁLISE DA CONFIABILIDADE DO INSTRUMENTO DE COLETA

VERIFICAÇÃO DA CONSISTÊNCIA INTERNA				
ÁREA (NOME)	CÓDIGO (ÁREA)	S_i^2	S_t^2	α
PLANEJAMENTO	A01	9,515152	77	0,875714
ADOÇÃO	A02	8,263528	55	0,913828
TECNOLOGIA	A03	6,030303	38	0,927153
DESEMPENHO	A04	13,74621	106	0,942825
GERAL	-	37,55519	1019	0,983216

FONTE: O autor (2017)

O valor do *alpha* de Cronbach para todas as áreas que compõem o formulário do VDC Scorecard utilizado na coleta de dados dos projetos avaliados foi 0,983216. De acordo com Cronbach (1951), os valores do coeficiente α variam entre zero a um, de modo que quanto mais próximo de um considera-se maior a consistência interna do instrumento. Conforme o autor citado, em geral, recomenda-se o referido valor de *alpha* acima de 0,80 para escalas amplamente utilizadas, entretanto valores acima de 0,60 já indiquem consistência.

Sob uma perspectiva ampla, há na literatura considerações a respeito do valor mínimo para o referido coeficiente cujo consenso, para diversas áreas do conhecimento, varia entre 0,60 a 0,70. Além disso, o cálculo do *alpha* permite assumir valores abaixo da variação citada ou negativos o que indica erros de codificação dos pontos atribuídos aos itens ou associação não codificada de itens que compõem áreas distintas do instrumento. Nesse contexto, estabelece-se para presente pesquisa os critérios para classificação da consistência interna quanto aos valores do α , apresentados em Murphy e Davidsholder (1988), cujos aspectos são comumente utilizados na literatura. O conteúdo citado constitui a Tabela 04 de modo a apresentar a referida classificação.

TABELA 04 – CLASSIFICAÇÃO DA CONFIABILIDADE

CLASSIFICAÇÃO DA CONSISTÊNCIA INTERNA PELO α					
α	INACEITÁVEL (Muito Baixo)	INACEITÁVEL (Baixo)	ACEITÁVEL (Moderado)	ACEITÁVEL (Alto)	ACEITÁVEL (Muito alto)
VALOR	$\alpha \leq 0,30$	$0,30 < \alpha \leq 0,60$	$0,60 < \alpha \leq 0,75$	$0,75 < \alpha \leq 0,90$	$\alpha > 0,90$

FONTE: Adaptado de Murphy e Davidsholder (1988).

Conforme Murphy e Davidsholder (1988), o valor mínimo aceitável para o coeficiente é a partir 0,60 cujos valores acima são classificados, para presente pesquisa, entre moderado, alto e muito alto, do contrário os *alphas* são considerados inaceitáveis. Observa-se que, conforme tabelas apresentadas, a amostra avaliada na presente pesquisa caracteriza-se pela consistência interna do formulário, classificada entre alta e muito alta. No entanto, vale ressaltar que o valor do coeficiente é influenciado pelo número de itens que compõem a escala cuja variância eleva-se, conforme enfatizado em Krus e Helmstader (1993), a ponto de obter-se valores superestimados de confiabilidade.

A referida observação caracteriza o formulário do objeto de estudo, uma vez que a ânsia em atualização e acréscimo de múltiplos itens pela descoberta de “melhores práticas” tende a reduzir a confiabilidade do instrumento. Logo, torna-se necessária atualização contínua não apenas dos valores que constituem a estrutura como a estruturação conjunta entre a composição avaliativa e a correlação entre medidas. Ou seja, a confiabilidade do formulário depende da reestruturação contínua da referida composição devido à ânsia em adequar-se ao caráter adaptável e holístico que almeja.

Além disso, de acordo com Streiner (2003) e Christmann e Van Aelst (2006), usualmente são recomendáveis valores de *alpha* entre 0,80 a 0,90. Os referidos autores enfatizam que coeficientes muito acima de 0,90 são aceitáveis, entretanto podem indicar a redundância ou duplicação de mensuração, isto é, múltiplos itens medindo o mesmo elemento de um constructo. Observa-se na Tabela 03 que o *alpha* correspondente à área A04 (desempenho) possui maior valor, possivelmente pela influência atribuída pelas demais áreas na medição dos seus resultados de modo a contribuir com a referida redundância. Portanto, a confiabilidade do formulário depende também da eliminação de itens redundantes que venham a influenciar na consistência interna do mesmo.

Ademais, Bland e Altman (1997) salientam que o coeficiente *alpha* de Cronbach também pode ser superestimado caso não seja considerado o tamanho da amostra, ou seja, para os autores quanto maior o número de indivíduos maior a variância. Entretanto, observou-se que não apenas a quantidade de respondentes como, principalmente, a variedade de atribuições técnicas e expertises profissionais que caracterizam a amostra elevam o valor do coeficiente. Contudo, enfatiza-se que essas observações não influenciaram significativamente de modo a superestimar o

referido coeficiente, mas sim às conclusões relacionadas à quantidade de itens pela necessidade de reestruturação e redundância da mensuração pelos mesmos.

Conforme os resultados apresentados conclui-se a verificação da consistência interna do formulário cuja confiabilidade do mesmo foi analisada com base no coeficiente *alpha* apresentado, fundamentação teórica existente e observação direta do pesquisador. Na seção seguinte são apresentados os resultados das aplicações do objeto de estudo nas unidades de análises selecionadas para o presente trabalho.

4.2. ESTUDO EXPLORATÓRIO: COMPOSIÇÃO ESTRUTURAL

As aplicações caracterizam-se pela avaliação dos trinta e três projetos, apresentados no capítulo anterior, por meio da composição estrutural padrão do objeto de estudo. A mesma caracteriza-se pelas áreas, divisões apresentadas na seção anterior e suas respectivas medidas, cujos valores (pesos) constituem a referida composição.

A área A01 (planejamento) é constituída por divisões propostas com o intuito de avaliar a formalização das práticas VDC/BIM entre os *stakeholders*, bem como a preparação dos respectivos envolvidos para gestão e desenvolvimento dos projetos. As referidas divisões são compostas pelas medidas apresentadas na Tabela 05, cujos códigos são reportados em conformidade com a indicação sinalizada na presente pesquisa.

TABELA 05 – CODIFICAÇÃO DE MEDIDAS DO VDC SCORECARD: PLANEJAMENTO

(Continua)

CODIFICAÇÃO DE MEDIDAS: ÁREA A01				
DIVISÃO (NOME)	CÓDIGO (DIVISÃO)	DIVISÃO (VALOR)	MEDIDA (NOME)	CÓDIGO (MEDIDA)
Objetivo	DIV01	Rel.: 0,40 Abs.: 0,08	Formalização dos objetivos	M01
			Objetivos VDC	M02
			Objetivos quantitativos VDC	M03
			Objetivos do projeto	M04
			<i>Stakeholders</i> beneficiados	M05
Padronização	DIV02	Rel.: 0,30 Abs.: 0,06	Diretrizes VDC	M01
			Conteúdo das diretrizes	M02
			Contribuição para futuras	M03
Preparação	DIV03	Rel.: 0,30 Abs.: 0,06	Meio de interação	M01
			Informação gerenciável	M02

Orçamento VDC	M03
Softwares utilizados	M04
Compartilhamento de dados	M05

FONTE: O autor (2017).

As medidas que constituem as divisões são direcionadas à formalização do projeto entre as partes interessadas, aos objetivos qualitativos e quantitativos, diretrizes adotadas, métodos de gerenciamento de documentos e orçamento. Os referidos objetivos caracterizam-se conforme aspectos conceituais correspondentes ao VDC, apresentados em Kunz e Fischer (2012), cujas abordagens definem-se entre sete categorias: comunicação, custo, cronograma, *facility*, segurança, entrega e gestão. A premissa dessas abordagens define-se por buscar alinhamento entre *stakeholders* pela identificação de recursos necessários para o desenvolvimento do projeto e adoção de melhores práticas. Nesse contexto, apresenta-se a Tabela 06 com intuito de explicitar as divisões e referidas medidas da área A02 (adoção).

TABELA 06 – CODIFICAÇÃO DE MEDIDAS DO VDC SCORECARD: ADOÇÃO

CODIFICAÇÃO DE MEDIDAS: ÁREA A02				
DIVISÃO (NOME)	CÓDIGO (DIVISÃO)	DIVISÃO (VALOR)	MEDIDA (NOME)	CÓDIGO (MEDIDA)
Organização	DIV01	Rel.: 0,50 Abs.: 0,10	Motivação para uso VDC	M01
			Nível de habilidades VDC	M02
			Treinamento VDC	M03
			Tipo de treinamento	M04
			% de tempo	M05
			% FTE (uso BIM)	M06
			Envolvimento	M07
			Experiência VDC	M08
			Consultoria	M09
			Atitude (<i>Stakeholders</i>)	M10
			Ação (<i>Stakeholders</i>)	M11
			Nível da organização	M12
Processo	DIV02	Rel.: 0,50 Abs.: 0,10	ICE	M01
			Aplicação VDC	M02
			IPD	M03
			Eficiência das reuniões	M04
			RFI (Latência)	M05
			Melhorias	M06

FONTE: O autor (2017).

As divisões da área apresentada na referida tabela caracterizam-se por buscar avaliar a eficiência organizacional e o nível de colaboração entre os *players* do projeto. A primeira abrange o grau de envolvimento e proficiência das partes interessadas, cujas interações, engajamento e impacto no desempenho do projeto compõem a segunda. Dentre essas divisões, constituem-se medidas referentes aos níveis de experiência dos *stakeholders* com o uso VDC/BIM, disponibilidade e treinamento, e latência da informação requerida pelo uso da plataforma. O mesmo compõe a área A03 (tecnologia) cujos aspectos técnicos do projeto, explicitados por meio do modelo, integram a Tabela 07 a seguir.

TABELA 07 – CODIFICAÇÃO DE MEDIDAS DO VDC SCORECARD: TECNOLOGIA

CODIFICAÇÃO DE MEDIDAS: ÁREA A03				
DIVISÃO (NOME)	CÓDIGO (DIVISÃO)	DIVISÃO (VALOR)	MEDIDA (NOME)	CÓDIGO (MEDIDA)
Maturidade	DIV01	Rel.: 0,40 Abs.: 0,10	Níveis de maturidade	M01
			Componentes modelados	M01
Abrangência	DIV02	Rel.: 0,20 Abs.: 0,05	LoD por etapa	M02
			Formato de troca	M01
			Interoperabilidade	M02
			Média LoD	M03
			Adequação LoD	M04
			Software	M05
			Hardware	M06
			Perda de informação	M07
			% de uso (<i>stakeholders</i>)	M08
			% de uso (colaboradores)	M09
Integração	DIV03	Rel.: 0,40 Abs.: 0,10	% de uso (externo)	M10

FONTE: O autor (2017).

A referida área é constituída por divisões que buscam avaliar a tecnologia utilizada no projeto, o uso do modelo, nível de detalhe, qualidade da informação e interoperabilidade. A maturidade dessas práticas é estabelecida em consonância à perspectiva conceitual abordada em Kunz e Fischer (2012), que as categoriza em cinco níveis: visualização, documentação, análise baseada no modelo, análise integrada e automação e otimização. Nesses aspectos são considerados a adequação de *hardware / software*, LoDs referentes a etapas específicas, modelo de

sistemas de compartilhamento, bem como o impacto no desempenho do projeto e perspectiva de negócios.

O referido impacto caracteriza-se pela composição correspondente a quarta e última área, cujo conteúdo busca avaliar o desempenho quantitativo e qualitativo das práticas conforme apresentado na Tabela 08 a seguir.

TABELA 08 – CODIFICAÇÃO DE MEDIDAS DO VDC SCORECARD: DESEMPENHO

CODIFICAÇÃO DE MEDIDAS: ÁREA A04				
DIVISÃO (NOME)	CÓDIGO (DIVISÃO)	DIVISÃO (VALOR)	MEDIDA (NOME)	CÓDIGO (MEDIDA)
Quantitativo	DIV01	Rel.: 0,70 Abs.: 0,245	Alinhamento aos objetivos	M01
			Medição do desempenho	M02
			Alinhamento ao uso do modelo	M03
			% RFI (controle)	M04
			% CO (controle)	M05
			% CO (imprevisto)	M06
			% realização das metas	M07
			Maturidade das metas	M08
Qualitativo	DIV02	Rel.: 0,30 Abs.: 0,105	Avaliação do desempenho	M01
			Avaliação do modelo	M02
			Eficiência das reuniões	M03
			Satisfação do cliente	M04

FONTE: O autor (2017).

A área A04 (desempenho) é composta por divisões que buscam avaliar os resultados das demais áreas por meio do alinhamento e controle dos objetivos de negócios em relação às metas realizadas. O aspecto quantitativo da área engloba o desempenho entre as práticas VDC/BIM sob a perspectiva de negócios no que tange o alinhamento aos objetivos e metas alcançadas. Já a qualitativa refere-se à avaliação desse desempenho de modo a abranger as expectativas dos *stakeholders* sobre os resultados esperados e nível de satisfação dos mesmos.

Em relação à confiabilidade das aplicações, a mesma caracteriza-se conforme apresentado na revisão bibliográfica, por sete níveis. Seus respectivos valores constituem a Tabela 09 de modo a explicitar seus aspectos avaliativos.

TABELA 09 – NÍVEIS DE CONFIABILIDADE DO VDC SCORECARD

CODIFICAÇÃO DOS NÍVEIS: CONFIABILIDADE DA APLICAÇÃO		
NÍVEL (NOME)	CÓDIGO (NÍVEL)	NÍVEL (VALOR)
Nível de <i>inputs</i>	CF01	0,20
Acesso à documentação	CF02	0,20
Plenitude	CF03	0,20
Múltiplos <i>stakeholders</i>	CF04	0,10
Engajamento	CF05	0,10
Frequência de uso	CF06	0,10
Duração	CF07	0,10

FONTE: O autor (2017).

Em conformidade com o conteúdo abordado, apresentou-se a composição estrutural do objeto de estudo de modo a explicitar suas medidas e respectivos valores, bem como a codificação definida para presente pesquisa. A mesma compõe os resultados apresentados nas subseções seguintes cujos aspectos das aplicações caracterizam-se conforme exposto na seção anterior.

4.2.1. Apresentação de resultados: Aplicação A

A aplicação A caracteriza-se pela avaliação dos projetos abordados na seção anterior de modo a explicitar os resultados cujos aspectos avaliativos correspondem à utilização da composição estrutural padrão apresentada no presente capítulo. Ou seja, as práticas foram avaliadas em conformidade com os valores (pesos) que compõem às medidas, divisões e áreas que integram a composição padrão apresentada. A classificação desses resultados constitui a Tabela 10 de modo a associar suas pontuações às classes cujos valores representam os níveis hierárquicos da maturidade predefinidos no VDC Scorecard.

TABELA 10 – RESULTADOS DA APLICAÇÃO A

CLASSIFICAÇÃO DE RESULTADOS: APLICAÇÃO A						
A01	A02	A03	A04	GERAL	CLASSES	CLASSIFICAÇÃO
-	-	-	-	-	91 - 100%	Inovadoras
-	-	-	-	-	76 - 90%	Melhores práticas
02	01	-	11	02	51 - 75%	Avançadas
17	21	12	12	18	26 - 50%	Típicas
14	11	21	10	13	0 - 25%	Convencionais

FONTE: O autor (2017).

Conforme exposto, 6.06% dos projetos avaliados correspondem às práticas VDC/BIM consideradas “avançadas”, isto é, de acordo com os valores que constituem a composição estrutural da aplicação, dois projetos obtiveram scores entre 51 a 75%. Vale ressaltar a inexistência de unidades de análises classificadas no referido nível de maturidade para área A03 e 33.33% correspondentes a classe citada para área A04. Nesse contexto, a aplicação do VDC Scorecard na amostra apresentada caracteriza-se pela mediana da pontuação geral equivalente a 32,14%, o que corresponde à classificação relacionada às “práticas típicas”.

O valor apresentado refere-se à média da pontuação geral obtida na avaliação dos projetos cujos resultados das demais áreas compõem a Tabela 11.

TABELA 11 - MEDIANA DAS PONTUAÇÕES DA APLICAÇÃO A

CLASSIFICAÇÃO DA PONTUAÇÃO MÉDIA: APLICAÇÃO A						
A01	A02	A03	A04	GERAL	CLASSES	CLASSIFICAÇÃO
-	-	-	-	-	91 - 100%	Inovadoras
-	-	-	-	-	76 - 90%	Melhores práticas
-	-	-	-	-	51 - 75%	Avançadas
31,80	36,00	26,60	36,40	32,14	26 - 50%	Típicas
-	-	-	-	-	0 - 25%	Convencionais

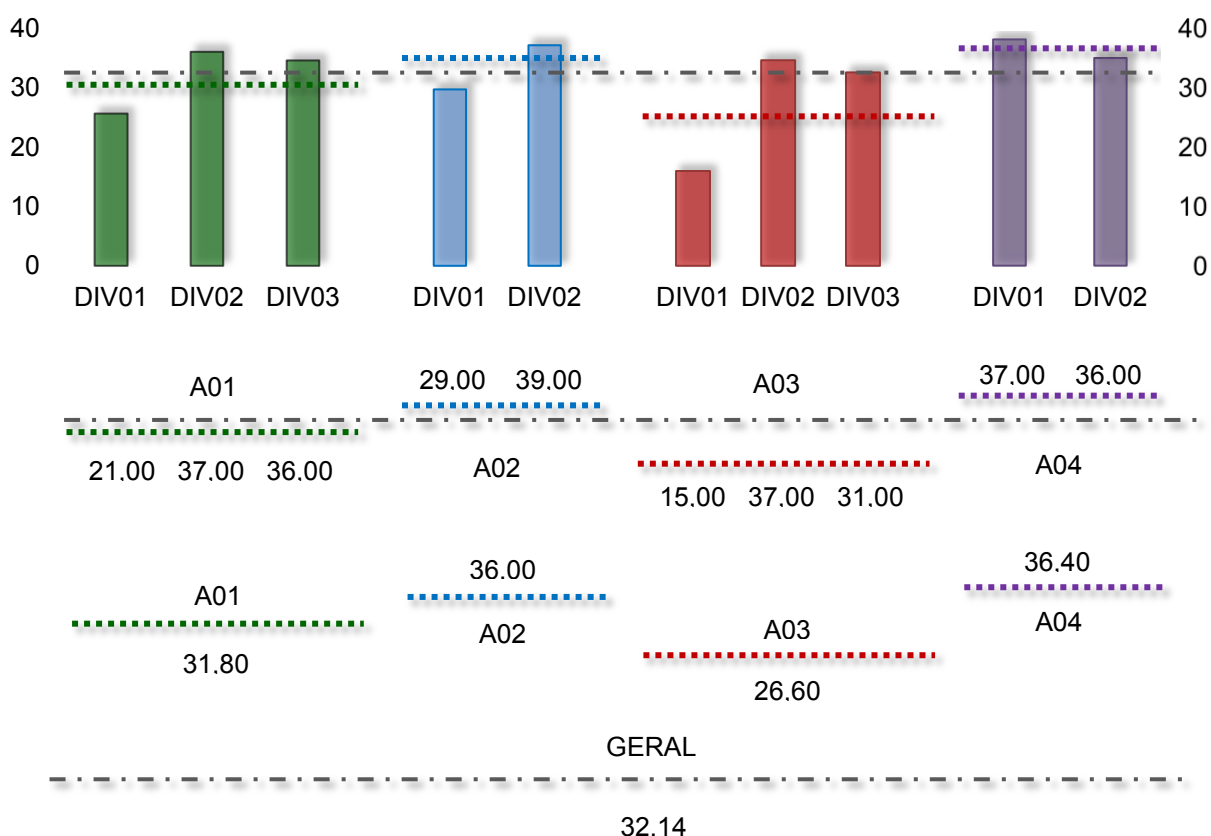
FONTE: O autor (2017)

A pontuação apresentada na referida tabela corresponde à média ponderada das quatro áreas que compõem o objeto de estudo, cujas médias referem-se a 31,80% para planejamento e 36,00% para adoção. Conforme resultados explicitados na Tabela 10, a maior pontuação média corresponde à área A04, enquanto tecnologia obteve 26,60%, em função da ausência de unidades de análises classificadas entre práticas avançadas. Nesse contexto, vale destacar os resultados da aplicação no que tange as divisões de modo a explicitar as medianas das pontuações que constituem os valores apresentados.

O Histograma 01 apresenta as medianas dos scores médios das divisões que compõem as respectivas áreas avaliadas. Esses correspondem à média de valores provenientes da aplicação A, cujos resultados configuram a presente subseção. Observa-se no referido gráfico que a menor mediana dos resultados refere-se à A03DIV01 (maturidade) cujo score obtido equivale a 15,00%, de modo a

influenciar significativamente na pontuação geral. Essa influência define-se pela representatividade correspondente a 40% do valor relativo da área em evidência e 10% do valor absoluto que caracteriza a referida composição do objeto de estudo.

HISTOGRAMA 01 – MEDIANA DAS PONTUAÇÕES DA APLICAÇÃO A



FONTE: O autor (2017)

Com base nisso, calculou-se o desvio padrão amostral dos *scores* obtidos com intuito de verificar o valor de dispersão das medianas apresentadas. Observou-se que, dentre todas as divisões analisadas, a pontuação da A03DIV01 caracterizou-se pelo menor desvio dentre as demais médias de resultados que variam entre 20,25 a 10,62. O valor de dispersão da referida divisão corresponde a 4,02, o que indica a proximidade de *scores* entre as unidades analisadas de modo a representar, sob a perspectiva do objeto de estudo, a similaridade de práticas VDC/BIM para os respectivos projetos. Entretanto, não é bem assim.

Sob a perspectiva empírica, qualitativamente, o perfil dessas práticas é caracterizado pela multiplicidade no atendimento às demandas diversas do setor. As referidas práticas configuram-se sob aspectos contratuais genéricos que exigem

soluções, em sua maioria, incompatíveis à disponibilidade de recursos em um mercado essencialmente caracterizado pela sazonalidade especulativa. Nesse contexto constatou-se que, sob a perspectiva da aplicação A, nem todo *score* classificado como “convencional” configura ineficiência ou necessidade de revisão das práticas analisadas.

Observou-se na composição padrão, cuja aplicação A caracteriza-se, que valores correspondentes à avaliação dessas práticas são atribuídos de modo a determinar resultados incoerentes com a demanda e viabilidade das práticas VDC/BIM relatadas e comprovadas pelos respondentes. Ou seja, avaliação da maturidade difere significativamente da análise comparativa pelo *benchmarking*, tornando-se fundamental enfatizar que, apesar do VDC Scorecard essencialmente possibilitar tal técnica, a composição avaliativa da maturidade e desempenho das práticas não deve ser confundida com a mesma.

Com isso, unidades caracterizadas pelo atendimento aos objetivos de negócios e satisfação do cliente, porém não alinhadas à adoção de práticas específicas ou no âmbito tecnológico, são associadas a pontuações inconsistentes. Fundamentar a matriz de valores que caracteriza a estrutura avaliativa de ferramentas direcionadas à avaliação da maturidade com base em opiniões predominantemente de “BIM *experts*” não as tornam adaptável, nem integralmente científica. Não apenas pelos *scores* propriamente ditos, como pela combinação padronizada de procedimentos gerenciais incoerentes com a natureza das práticas, premeditadamente, moldadas e “calibradas” de realidades específicas. Consequentemente, isso não caracteriza a composição estrutural, no âmbito do seu sistema de pontuação, como adaptável, mas sim que tende a ser flexível cuja neutralização das suas medidas proposta na presente pesquisa, apresenta-se como potencializador para tal.

4.2.2. Apresentação de resultados: Aplicação B

A aplicação B integra a síntese da composição analítica que configura o ciclo 02, cujos resultados são apresentados na presente subseção. A referida aplicação caracteriza-se pela neutralização das medidas que constituem a composição padrão do objeto de estudo, sob a aplicação nas mesmas unidades da aplicação A. Ambas as aplicações são compostas pelas mesmas informações, documentos, observações

e *stakeholders* entrevistados. Isto é, trata-se das mesmas aplicações sob composição estrutural similar, cujas medidas que integram a aplicação B foram neutralizadas.

Os aspectos da neutralização caracterizam-se pelo balanceamento dos valores que constituem os níveis de impactos das referidas medidas, de modo a integrar a relação equiparável entre a quantidade das mesmas. Além disso, as variáveis que compõem seus respectivos valores foram analisadas em alinhamento às medidas que integram sua relação. Nesse contexto, manteve-se a estrutura de valores de modo a atribuir ao conjunto, a composição intervalar pela conversão entre tipologias de variáveis discretas para contínuas por padrões associativos entre intervalos.

Por exemplo, o valor da medida referente ao nível de detalhe dos elementos construtivos modelados (LoD – *Level of detail*) foi balanceado juntamente com os valores das demais medidas que compõem sua divisão. Além disso, as variáveis que compõem as alternativas do formulário do VDC Scorecard foram convertidas para intervalos de valores associados às práticas que caracterizam a composição padrão. Desse modo, práticas que obtiveram baixos *scores* na aplicação A, incompatíveis com o nível de detalhe requerido para atendimento às premissas técnicas demandadas e comprovadas, foram associadas aos intervalos de valores entre alternativas. Ou seja, as medidas foram neutralizadas de modo a fundamentar a análise comparativa pela convergência entre os resultados obtidos e realidades de práticas observadas e comprovadas na coleta e análise dos dados.

Nesse contexto, as principais observações sob a perspectiva dos respondentes em relação às práticas dos projetos avaliados sob o exemplo citado foram transcritas:

“Desenvolvemos projetos diversos. Nesse, especificamente, fomos contratados para desenvolver, compatibilizar e acompanhar a execução (obra). Utilizamos a tecnologia BIM para a modelagem e compatibilização entre os projetos (disciplinas). Não é viável modelar em nível das minúcias técnicas para o que fazemos.”.

“Não é vantagem o desenvolvimento (elementos do modelo) a nível fabricação para o que tivemos que desenvolver.”.

“Coordenamos, compatibilizamos, desenvolvemos o 4D. Não foi necessário um alto nível de detalhe para o que foi proposto.”.

Em seguida analisou-se o vínculo entre as medidas que integram o caráter da neutralização de modo a calcular a correlação entre as respectivas áreas e divisões que as integram, em conformidade com os testes apresentados em Kam et. al (2013). Nesse contexto, verificou-se por meio dos coeficientes de Pearson, Spearman e Kendall, as associações entre as medidas neutralizadas, cuja Tabela 12 explicita esse resultado.

TABELA 12 – CORRELAÇÕES DA NEUTRALIZAÇÃO ENTRE ÁREAS

RESULTADOS DAS CORRELAÇÕES ENTRE ÁREAS							
A01_A02_A03_A04		r	P-value	rho	P-value	tau	P-value
A01	A02	0,758	3,23 x 10 ⁻⁷	0,807	1,39 x 10 ⁻⁸	0,671	4,10 x 10 ⁻⁸
	A03	0,665	2,34 x 10 ⁻⁵	0,655	3,49 x 10 ⁻⁵	0,475	1,00 x 10 ⁻⁴
	A04	0,878	1,92 x 10 ⁻¹¹	0,932	3,14 x 10 ⁻¹⁵	0,782	1,55 x 10 ⁻⁹
A02	A03	0,741	7,86 x 10 ⁻⁷	0,793	3,71 x 10 ⁻⁸	0,623	3,43 x 10 ⁻⁷
	A04	0,886	6,85 x 10 ⁻¹²	0,915	8,49 x 10 ⁻¹⁴	0,775	2,33 x 10 ⁻¹⁰
A03	A04	0,691	8,50 x 10 ⁻⁰⁶	0,771	1,02 x 10 ⁻⁰⁶	0,602	1,35 x 10 ⁻⁷

FONTE: O autor (2017)

Os testes foram calculados com uso do R software R-3.4.1, respectivamente, por meio dos coeficientes r, rho e tau, cujos resultados da análise correlacional indicam associação entre forte a muito forte das áreas e divisões em evidência. Nesse contexto, ambos os resultados caracterizam-se pela correlação positiva com níveis de significância elevados e relevantes, ou seja, *alphas* abaixo de 0.05. A Tabela 13 seguinte apresenta os resultados das correlações entre as divisões da área A01, de modo a explicitar a análise em relação às demais.

TABELA 13 – CORRELAÇÕES DA NEUTRALIZAÇÃO: ÁREA A01

RESULTADOS DAS CORRELAÇÕES: A01								
A01_A01			r	P-value	rho	P-value	tau	P-value
A01DIV01	A01	A01DIV02	0,921	$2,85 \times 10^{-14}$	0,908	$3,20 \times 10^{-13}$	0,783	$2,19 \times 10^{-10}$
		A01DIV03	0,858	$1,72 \times 10^{-10}$	0,861	$1,32 \times 10^{-10}$	0,685	$2,57 \times 10^{-8}$
A01DIV02	A01	A01DIV03	0,822	$4,44 \times 10^{-9}$	0,909	$2,58 \times 10^{-13}$	0,761	$7,12 \times 10^{-10}$

FONTE: O autor (2017)

Observou-se que ambos os resultados obtiveram valores positivos em relação ao comportamento correlacional e significância, tanto entre as divisões da

mesma área, quanto para coeficientes de divisões entre as demais. No caso dos valores referentes à área A01 tanto objetivos, quanto padronização obtiveram maiores coeficientes em comparação a preparação, cuja correlação também foi alta.

TABELA 14 – CORRELAÇÕES DA NEUTRALIZAÇÃO ENTRE DIVISÕES: ÁREA A01

RESULTADOS DAS CORRELAÇÕES ENTRE DIVISÕES: A01 - A02_A03_A04								
A01 - A02_A03_A04			r	P-value	rho	P-value	tau	P-value
A01DIV01	A02	A02DIV01	0,836	$1,40 \times 10^{-9}$	0,880	$1,54 \times 10^{-11}$	0,739	$1,65 \times 10^{-9}$
		A02DIV02	0,528	$1,59 \times 10^{-3}$	0,644	$5,24 \times 10^{-5}$	0,494	$5,57 \times 10^{-5}$
	A03	A03DIV01	0,596	$2,50 \times 10^{-4}$	0,561	$6,84 \times 10^{-4}$	0,416	$6,88 \times 10^{-4}$
		A03DIV02	0,692	$8,26 \times 10^{-6}$	0,718	$2,53 \times 10^{-6}$	0,537	$1,38 \times 10^{-5}$
		A03DIV03	0,533	$1,39 \times 10^{-3}$	0,544	$1,08 \times 10^{-3}$	0,398	$1,25 \times 10^{-3}$
	A04	A04DIV01	0,821	$4,71 \times 10^{-9}$	0,894	$2,59 \times 10^{-12}$	0,750	$9,21 \times 10^{-10}$
		A04DIV02	0,768	$1,82 \times 10^{-7}$	0,845	$6,21 \times 10^{-10}$	0,683	$2,61 \times 10^{-8}$
	A02	A02DIV01	0,885	$8,38 \times 10^{-12}$	0,923	$2,17 \times 10^{-14}$	0,782	$2,10 \times 10^{-10}$
		A02DIV02	0,596	$2,54 \times 10^{-4}$	0,698	$6,33 \times 10^{-6}$	0,535	$1,40 \times 10^{-5}$
	A03	A03DIV01	0,617	$1,33 \times 10^{-4}$	0,582	$3,76 \times 10^{-4}$	0,424	$5,73 \times 10^{-4}$
A01DIV02		A03DIV02	0,739	$9,03 \times 10^{-7}$	0,776	$1,10 \times 10^{-7}$	0,602	$1,25 \times 10^{-6}$
		A03DIV03	0,635	$7,21 \times 10^{-5}$	0,641	$5,75 \times 10^{-5}$	0,482	$9,71 \times 10^{-5}$
	A04	A04DIV01	0,915	$9,61 \times 10^{-14}$	0,922	$2,72 \times 10^{-14}$	0,771	$3,66 \times 10^{-10}$
		A04DIV02	0,823	$4,10 \times 10^{-9}$	0,891	$3,79 \times 10^{-12}$	0,753	$9,71 \times 10^{-10}$
	A02	A02DIV01	0,743	$7,46 \times 10^{-7}$	0,854	$6,62 \times 10^{-11}$	0,660	$7,44 \times 10^{-8}$
		A02DIV02	0,568	$5,60 \times 10^{-4}$	0,743	$7,37 \times 10^{-7}$	0,579	$2,47 \times 10^{-6}$
	A03	A03DIV01	0,565	$6,11 \times 10^{-4}$	0,628	$9,24 \times 10^{-5}$	0,466	$1,45 \times 10^{-4}$
		A03DIV02	0,639	$6,17 \times 10^{-5}$	0,730	$1,44 \times 10^{-6}$	0,533	$1,70 \times 10^{-5}$
		A03DIV03	0,508	$2,55 \times 10^{-3}$	0,585	$3,54 \times 10^{-4}$	0,429	$5,08 \times 10^{-4}$
	A04	A04DIV01	0,773	$1,33 \times 10^{-7}$	0,839	$1,11 \times 10^{-9}$	0,645	$1,47 \times 10^{-7}$
A01DIV03		A04DIV02	0,686	$1,04 \times 10^{-2}$	0,810	$1,12 \times 10^{-8}$	0,578	$2,61 \times 10^{-6}$

FONTE: O autor (2017)

Nesse contexto constatou-se que, conforme Tabela 14, ambas as divisões da referida área corresponderam positivamente aos testes calculados. Ademais, medidas referentes à formalização VDC/BIM, definição e alinhamento contínuo aos objetivos, envolvimento dos *stakeholders*, avaliação e medição do desempenho influenciaram diretamente na maturidade das práticas.

TABELA 15 – CORRELAÇÕES DA NEUTRALIZAÇÃO: ÁREA A02

RESULTADOS DAS CORRELAÇÕES: A02								
A02_A02			r	P-value	rho	P-value	tau	P-value
A02DIV01	A02	A02DIV02	0,791	$4,22 \times 10^{-8}$	0,799	$2,57 \times 10^{-8}$	0,620	$4,04 \times 10^{-7}$

FONTE: O autor (2017)

As Tabelas 15 e 16 referem-se aos resultados dos testes que abrangem a A02, cujas correlações entre as divisões da referida área também caracterizam-se pelos coeficientes elevados. Apesar desses não constituírem variância significativamente alta entre as demais divisões, obteve-se resultados expressivos na correlação entre A02DIV01 e A04.

TABELA 16 – CORRELAÇÕES DA NEUTRALIZAÇÃO ENTRE DIVISÕES: ÁREA A02

RESULTADOS DAS CORRELAÇÕES ENTRE DIVISÕES: A02 - A03_A04								
A02 - A03_A04			r	P-value	rho	P-value	tau	P-value
A02DIV01	A03	A03DIV01	0,691	$8,66 \times 10^{-6}$	0,641	$8,49 \times 10^{-5}$	0,492	$2,91 \times 10^{-5}$
		A03DIV02	0,799	$2,53 \times 10^{-8}$	0,833	$1,79 \times 10^{-9}$	0,641	$2,01 \times 10^{-7}$
		A03DIV03	0,781	$8,32 \times 10^{-8}$	0,772	$1,41 \times 10^{-7}$	0,593	$1,46 \times 10^{-6}$
	A04	A04DIV01	0,939	$5,76 \times 10^{-16}$	0,960	$2,20 \times 10^{-16}$	0,845	$4,44 \times 10^{-16}$
		A04DIV02	0,822	$4,42 \times 10^{-9}$	0,839	$1,05 \times 10^{-9}$	0,664	$5,82 \times 10^{-8}$
	A03	A03DIV01	0,523	$1,77 \times 10^{-3}$	0,566	$5,93 \times 10^{-4}$	0,415	$6,90 \times 10^{-4}$
		A03DIV02	0,629	$8,93 \times 10^{-5}$	0,742	$7,73 \times 10^{-7}$	0,579	$2,78 \times 10^{-6}$
		A03DIV03	0,621	$1,15 \times 10^{-4}$	0,690	$9,04 \times 10^{-6}$	0,508	$3,69 \times 10^{-5}$
	A04	A04DIV01	0,757	$3,47 \times 10^{-7}$	0,782	$7,75 \times 10^{-8}$	0,593	$1,23 \times 10^{-6}$
A02DIV02		A04DIV02	0,625	$1,02 \times 10^{-4}$	0,629	$8,93 \times 10^{-5}$	0,458	$1,87 \times 10^{-4}$

FONTE: O autor (2017)

Em ambas as divisões da área A04, a A02DIV01 caracterizou-se pelos valores expressivos. Observou-se na referida divisão cuja frequência e abrangência de treinamentos, envolvimento, participação e motivação das partes interessadas destacaram-se pela análise correlacional com A04. Nesse contexto, o planejamento e alinhamento aos objetivos, medição e avaliação do desempenho, avaliação do modelo e satisfação do cliente influenciaram significativamente na correlação da neutralização proposta na presente pesquisa.

TABELA 17 – CORRELAÇÕES DA NEUTRALIZAÇÃO: ÁREA A03

RESULTADOS DAS CORRELAÇÕES: A03								
A03_A03			r	P-value	rho	P-value	tau	P-value
A03DIV01	A03	A03DIV02	0,894	$2,29 \times 10^{-12}$	0,807	$1,37 \times 10^{-8}$	0,614	$6,32 \times 10^{-7}$
		A03DIV03	0,824	$3,91 \times 10^{-9}$	0,748	$5,73 \times 10^{-7}$	0,547	$8,55 \times 10^{-6}$
A03DIV02	A03	A03DIV03	0,839	$1,07 \times 10^{-9}$	0,840	$9,70 \times 10^{-7}$	0,653	$1,40 \times 10^{-7}$

FONTE: O autor (2017)

Em relação à área correspondente a tecnologia, os resultados entre ambas as divisões compartilham da mesma observação das correlações anteriores, em conformidade a Tabela 17 apresentada. Nota-se o maior coeficiente para níveis de maturidade provenientes dos aspectos conceituais abordados em correlação com os *scores* das características dos elementos modelados, o que confirma a observação enfatizada na subseção anterior. A mesma compôs o resultado da convergência analisada no ciclo 02 da presente pesquisa, cujos resultados são apresentados no capítulo em evidência.

TABELA 18 – CORRELAÇÕES DA NEUTRALIZAÇÃO ENTRE DIVISÕES: ÁREA A03

RESULTADOS DAS CORRELAÇÕES ENTRE DIVISÕES: A03 - A04								
A03 - A04			r	P-value	rho	P-value	tau	P-value
A03DIV01	A04	A04DIV01	0,652	$3,99 \times 10^{-5}$	0,677	$2,46 \times 10^{-5}$	0,542	$3,22 \times 10^{-6}$
		A04DIV02	0,363	$3,80 \times 10^{-2}$	0,418	$1,54 \times 10^{-2}$	0,315	$1,01 \times 10^{-2}$
A03DIV02	A04	A04DIV01	0,777	$1,03 \times 10^{-7}$	0,841	$8,71 \times 10^{-10}$	0,672	$5,13 \times 10^{-8}$
		A04DIV02	0,530	$1,50 \times 10^{-3}$	0,618	$1,25 \times 10^{-4}$	0,474	$1,26 \times 10^{-4}$
A03DIV03	A04	A04DIV01	0,713	$3,24 \times 10^{-6}$	0,735	$1,10 \times 10^{-6}$	0,540	$1,14 \times 10^{-5}$
		A04DIV02	0,474	$5,30 \times 10^{-3}$	0,519	$1,99 \times 10^{-3}$	0,388	$1,64 \times 10^{-3}$

FONTE: O autor (2017)

Já a Tabela 18 corresponde à apresentação dos coeficientes referentes à correlação entre divisões que constituem a área A03 com A04, cujos resultados são inferiores em comparação com as demais tabelas. Ou seja, valores que indicam a correlação entre as referidas divisões, porém com menor influência para desempenho qualitativo das práticas, em comparação com as demais tabelas. A correlação desse último compõe a Tabela 19 seguinte, cujos resultados são explicitados de modo a concluir a apresentação das análises correlacionais.

A referida tabela indica coeficiente elevado entre as divisões abordadas, cujas medidas correspondentes à mediação e avaliação do desempenho possuem elevada associação com a maturidade das metas e alinhamento aos objetivos.

TABELA 19 – CORRELAÇÕES DA NEUTRALIZAÇÃO: ÁREA A04

RESULTADOS DAS CORRELAÇÕES: A04									
A04_A04			r	P-value	rho	P-value	tau	P-value	
A04DIV01	A04	A04DIV02	0.837	1,26 x 10 ⁻⁹	0.829	2,60 x 10 ⁻⁹	0.672	4,10 x 10 ⁻⁸	

FONTE: O autor (2017)

Conforme exposto, apresentou-se os resultados dos testes e análises correlacionais da composição estrutural correspondente a neutralização das medidas proposta pelo autor da presente pesquisa. Observou-se que ambos os valores caracterizam-se pela elevada significância por meio dos seus respectivos *p-values*, além da forte correlação entre os elementos que constituem a referida composição da aplicação pela neutralização.

A classificação dos *scores* da aplicação é apresentada na Tabela 20 de modo a explicitar os resultados decorrentes da neutralização das medidas proposta. Esses resultados representam, por meio de pontos percentuais, a relação com os valores relativos e absolutos da composição estrutural por média ponderada de modo a compor a pontuação das práticas avaliadas pela sua aplicação. Este resultado é ponderado sistematicamente entre as medidas, divisões e áreas com intuito de obtenção da pontuação geral do projeto e, consequentemente, associação aos níveis hierárquicos da maturidade predefinidos no VDC Scorecard.

TABELA 20 – RESULTADOS DA APLICAÇÃO B

CLASSIFICAÇÃO DE RESULTADOS: APLICAÇÃO B						
A01	A02	A03	A04	GERAL	CLASSES	CLASSIFICAÇÃO
-	-	-	-	-	91 - 100%	Inovadoras
-	-	-	-	-	76 - 90%	Melhores práticas
04	06	05	10	06	51 - 75%	Avançadas
24	25	11	21	25	26 - 50%	Típicas
05	02	17	02	02	0 - 25%	Convencionais

FONTE: O autor (2017).

A avaliação foi configurada em conformidade com o resultado das aplicações, as quais também considerou-se a atribuição das perspectivas conceituais do VDC e BIM existentes na literatura. Além disso, também verificou-se informações provenientes da comprovação documental, observação direta pelo acesso ao modelo em algumas unidades avaliadas e discurso direto dos *stakeholders*. Nesse contexto, os resultados também consideram a ênfase na realidade de práticas durante o desenvolvimento dos projetos e foco na triangulação das informações validadas entre os respondentes e análise por meio da neutralização.

Com base nisso, observou-se diferença expressiva em relação aos resultados obtidos por meio da aplicação padrão do objeto de estudo. Desse modo, quatro unidades de análises, além das duas classificadas na aplicação A, obtiveram pontuação correspondente à *scores* de “práticas avançadas”. Dentre essas, dois projetos compuseram o resultado sob a mesma classificação referente à área A03 além de outras três unidades que haviam obtido pontuações entre 26 a 50% na mesma área, conforme apresentado na Tabela 20.

A mediana da pontuação geral da referida aplicação corresponde a 36,22%, o que adequa-se a classificação semelhante da aplicação A, porém com significativo aumento em relação à mesma. Esse aumento corresponde à mediana de *scores* equivalente a 33,94% para A01, 44,39% referente à A02, 27,77 e 46,02% para A03 e A04, respectivamente conforme Tabela 21.

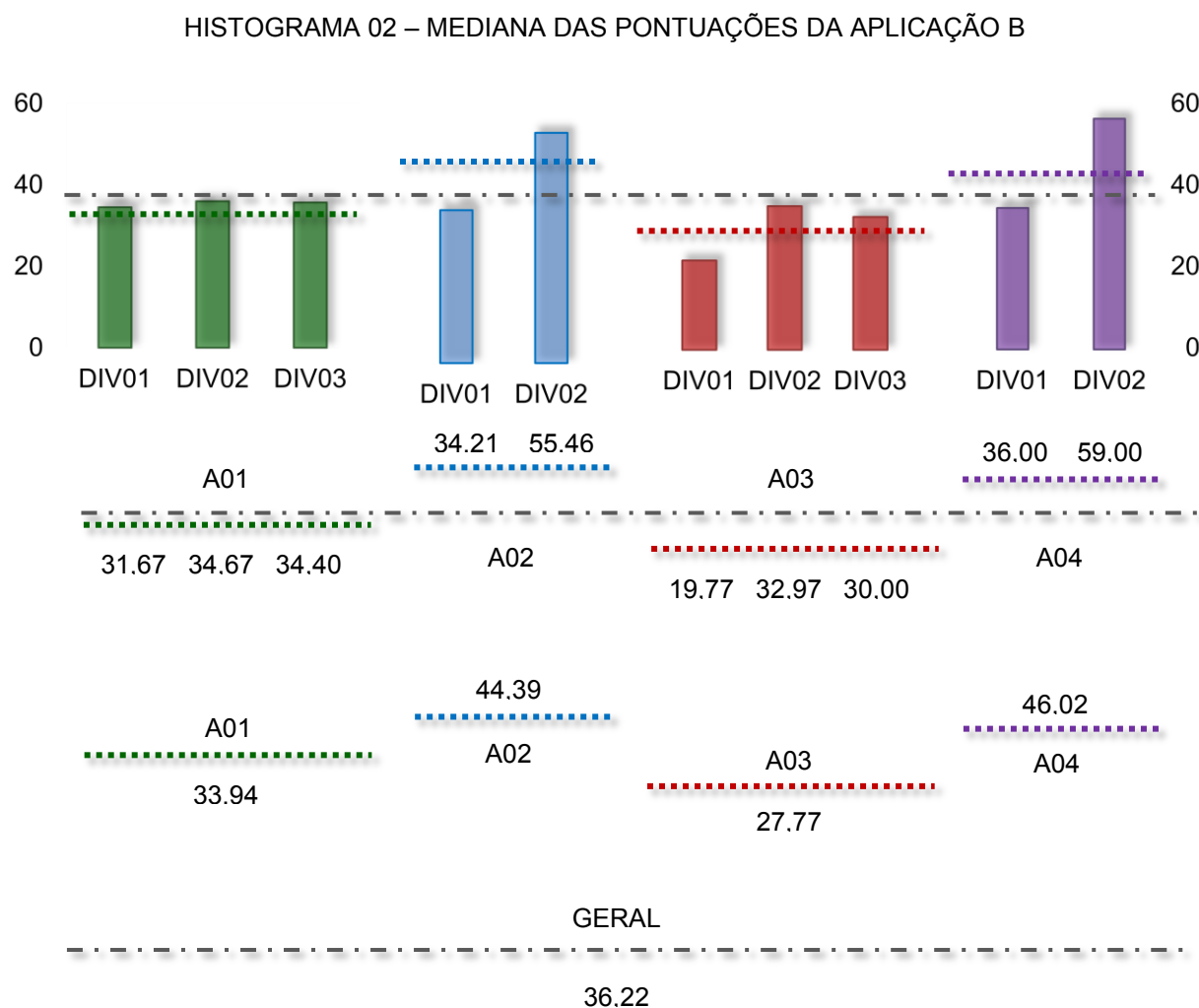
TABELA 21 – MEDIANA DAS PONTUAÇÕES DA APLICAÇÃO B

CLASSIFICAÇÃO DA PONTUAÇÃO MÉDIA: APLICAÇÃO B						
A01	A02	A03	A04	GERAL	CLASSES	CLASSIFICAÇÃO
-	-	-	-	-	91 - 100%	Inovadoras
-	-	-	-	-	76 - 90%	Melhores práticas
-	-	-	-	-	51 - 75%	Avançadas
33,94	44,39	27,77	46,02	36,22	26 - 50%	Típicas
-	-	-	-	-	0 - 25%	Convencionais

FONTE: O autor (2017)

Observou-se crescimento considerável do *score* médio por áreas, cujo resultado por divisões indicam diferença significativa em relação à pontuação pela

composição padrão que caracteriza a aplicação A. Dentre essas, destacam-se os valores da A02DIV02 e A04DIV02 cujas práticas, de acordo com a perspectiva dos respondentes, caracterizam-se pela melhoria nos processos, reuniões e satisfação do cliente. Os referidos valores constituem o Histograma 02 a seguir de modo a explicitar a mediana de pontuações entre as divisões.



FONTE: O autor (2017)

Vale destacar os resultados correspondentes a A04DIV01, o qual a mediana de scores indica considerável redução em relação à aplicação anterior. Observou-se que apesar do crescimento da pontuação, práticas caracterizadas pelo perfil de planejamento e gerenciamento dos projetos são similares ao das práticas anteriores à implementação do BIM, cuja lógica processual não reflete o potencial das mesmas. Nesse contexto, constatou-se pela análise das avaliações por meio da neutralização das medidas, que as referidas práticas caracterizam-se pela ausência ou ineficiência da mensuração, avaliação e documentação do desempenho obtido.

Além disso, constatou-se também a insuficiência no alinhamento e controle periódico dos objetivos e formalização dos mesmos sob a perspectiva VDC/BIM entre os *stakeholders*.

4.2.3. Apresentação de resultados: Aplicação C

A aplicação C caracteriza-se pela avaliação das unidades de análises por meio da composição padrão do VDC Scorecard cujos aspectos avaliativos abrangem o resultado das análises da aplicação B. Ou seja, a fundamentação da presente aplicação inclui o produto da aplicação B na subseção anterior. Desse modo, os valores das medidas e variáveis foram reintegrados à composição da aplicação C com intuito de explicitar os resultados provenientes da presente pesquisa, isto é, reintegrou-se a composição padrão do VDC Scorecard.

A classificação desses resultados constitui a Tabela 22 de modo a associar suas pontuações às classes hierárquicas da maturidade predefinidas no VDC Scorecard.

TABELA 22 – RESULTADOS DA APLICAÇÃO C

CLASSIFICAÇÃO DE RESULTADOS: APLICAÇÃO C						
A01	A02	A03	A04	GERAL	CLASSES	CLASSIFICAÇÃO
-	-	-	-	-	91 - 100%	Inovadoras
-	-	-	-	-	76 - 90%	Melhores práticas
02	08	04	03	03	51 - 75%	Avançadas
16	13	16	19	18	26 - 50%	Típicas
15	12	13	11	12	0 - 25%	Convencionais

FONTE: O autor (2017).

Conforme exposto na tabela referente aos resultados da presente aplicação, observou-se redução da quantidade de unidades que obtiveram scores entre 51 a 75% na A01 e A04, de modo a influenciar no resultado avaliativo.

Com base nos resultados da neutralização, questionou-se a respeito das melhorias alcançadas em função da adoção do VDC/BIM, cujas respostas caracterizaram-se, dentre outras, pelo aumento do % de solicitação de informação (*request for information* - RFI), redução de solicitação de alteração (*change orders* – CO) e imprevistos na obra. Entretanto, quando questionados a respeito do

referencial em relação à referida afirmativa de aumento e melhorias, as mesmas caracterizaram-se pela inconsistência e ausência de informações nas respostas.

No geral, 93,94% dos respondentes não souberam responder em relação ao comparativo do desempenho das práticas pré e pós-adoção do VDC/BIM. Isso indica ineficiência na medição, insuficiência de informações documentadas ou ausência de avaliação do referido desempenho. Nesse contexto, as demais unidades caracterizam-se pela medição genérica desenvolvida apenas no pós-entrega, por meio de informações fundamentadas em observações intuitivas, inconsistentes, sem embasamento preciso de medições no decurso do projeto.

A classificação desses resultados entre divisões constitui a Tabela 23 de modo a associar suas pontuações às classes hierárquicas da maturidade predefinidas no VDC Scorecard.

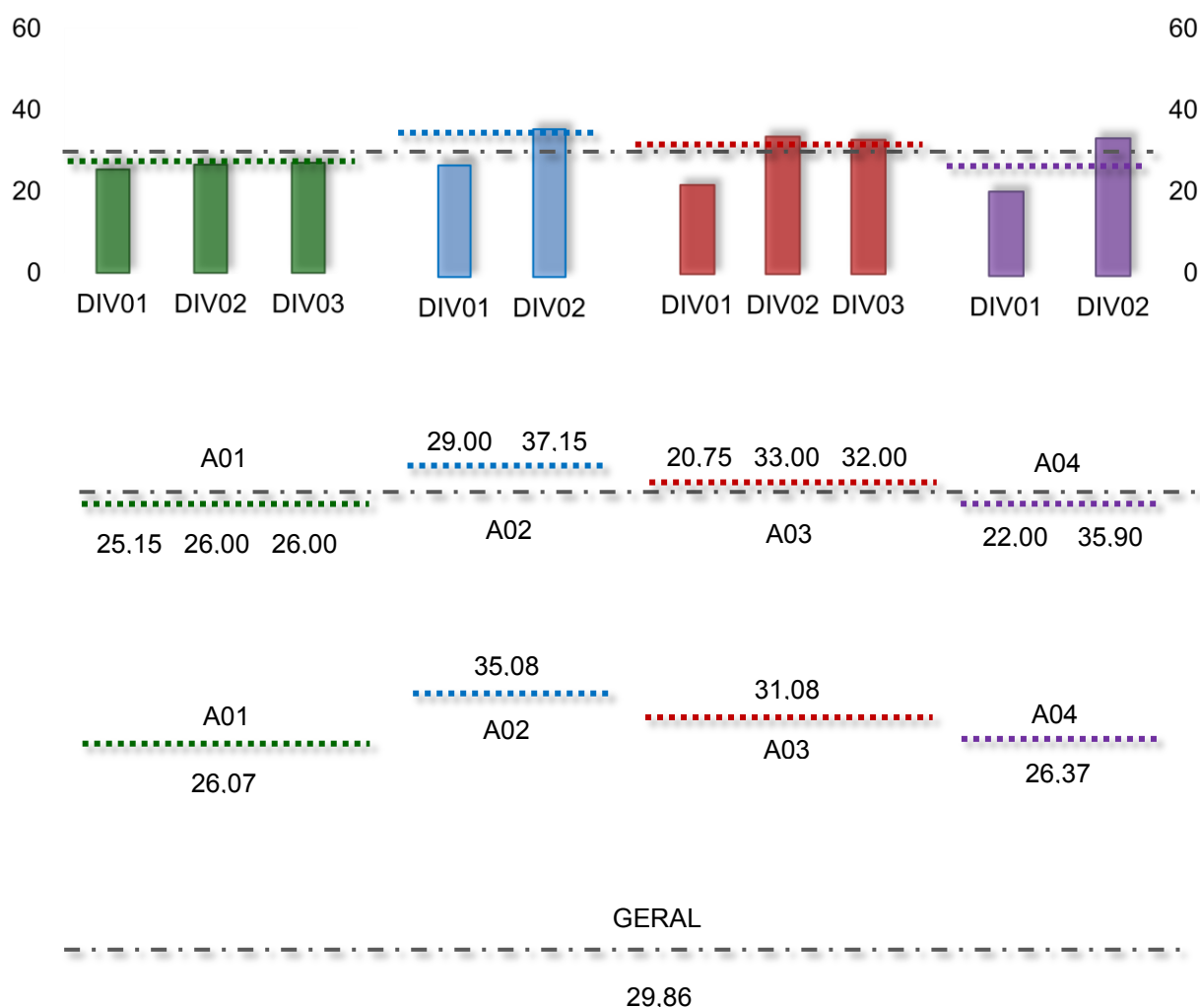
TABELA 23 – MEDIANA DAS PONTUAÇÕES DA APLICAÇÃO C

CLASSIFICAÇÃO DA PONTUAÇÃO MÉDIA: APLICAÇÃO C						
A01	A02	A03	A04	GERAL	CLASSES	CLASSIFICAÇÃO
-	-	-	-	-	91 - 100%	Inovadoras
-	-	-	-	-	76 - 90%	Melhores práticas
-	-	-	-	-	51 - 75%	Avançadas
26,07	35,08	31,08	26,37	29,86	26 - 50%	Típicas
-	-	-	-	-	0 - 25%	Convencionais

FONTE: O autor (2017)

O mesmo destaca-se pelas medianas de *scores* equivalente a 35,08 para área referente à adoção e 31,08 para tecnologia, cuja média correspondente à maturidade das suas práticas baseia-se nos cinco níveis apresentados da subseção 4.2.1. Em contrapartida, as áreas referentes ao planejamento e desempenho caracterizam-se, em conformidade com as práticas avaliadas e deficiências explicitadas na presente subseção, pelas menores pontuações sendo 26,06 e 26,37, respectivamente. As medianas das divisões correspondentes às áreas abordadas são apresentadas no Histograma 03 em seguida, com intuito de explicitar os resultados entre divisões da referida subseção de modo a concluir a apresentação dos resultados da presente pesquisa.

HISTOGRAMA 03 – MEDIANA DAS PONTUAÇÕES DA APLICAÇÃO C



FONTE: O autor (2017)

Nesse contexto, constatou-se por meio da análise pela neutralização das medidas e aspectos analíticos abordados na presente pesquisa que unidades caracterizadas pela singularidade de aspectos técnicos indicam a deficiência da composição do objeto de estudo em desconsiderar a abrangência de escopo. Ou seja, além das observações que compuseram a análise da aplicação A, quanto ao critério referente ao caráter holístico e adaptável, o VDC Scorecard define-se pela incompatibilidade em relação à validação e adequação aos mesmos.

Quanto ao critério relacionado ao caráter quantificável, o objeto de estudo correspondeu ao aspecto apresentado, pois fundamenta-se na estrutura de valores estabelecida. Contudo, vale ressaltar que esse critério não corresponde, nem ao menos o torna mensurável. Em relação à praticidade, a mesma depende da

colaboração, frequência da aplicação nos projetos selecionados, das características técnicas e informações disponibilizadas para avaliação, além do alinhamento contínuo com o progresso do projeto.

4.2.4. Apresentação de resultados: Confiabilidade das aplicações

Para determinar confiabilidade do resultado das aplicações, os projetos estudados foram analisados por meio dos sete fatores predefinidos no VDC Scorecard que classificam o nível de confiabilidade das aplicações. A confiabilidade das aplicações na amostra da presente pesquisa, de acordo com composição do objeto de estudo foi medida por meio dos valores apresentados na Tabela 09, cujo resultado da mesma varia entre 44 a 62%. Importante ressaltar que a mesma depende não apenas dos itens que constituem a composição referente à confiabilidade das aplicações, mas principalmente do instrumento de coleta.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal contribuição da pesquisa correspondeu à análise da composição estrutural do VDC Scorecard no âmbito da sua aplicabilidade de modo a contribuir com pesquisas relacionadas à maturidade VDC/BIM na indústria da construção internacional. Para tal, propôs-se neutralizar as medidas do objeto de estudo de modo a analisar a referida composição pela triangulação entre resultados das suas aplicações em relação à realidade de práticas dos projetos avaliados. Nesse contexto foi proposta a combinação entre duas estratégias concomitantes existentes na literatura referente aos métodos mistos, cuja abordagem mista caracterizou-se pela sistematização de dados e informações que alicerçaram a análise pela convergência e divergência analítica.

A composição estrutural foi analisada através da tipologia A, B e C de aplicação, a qual a primeira caracterizou-se pela composição estrutural padrão, a segunda pela neutralização das suas medidas e a última pela reintegração da composição padrão. Observou-se que o resultado referente à aplicação A caracterizou-se pelo desalinhamento com a realidade de práticas observadas nos projetos em função da composição fundamentada em perspectivas específicas.

Com base nisso, neutralizou-se as medidas de modo a analisar por meio do balanceamento e atributo de valores associados às variáveis pela teoria existente e práticas comprovadas em cada projeto, com foco na perspectiva dos respondentes. Nesse contexto, os resultados da neutralização embasaram a Aplicação C de modo a potencializar e efetivar a flexibilização da sua aplicabilidade em cenários múltiplos, cuja composição da última tipologia caracterizou-se pela reintegração da estrutura padrão. Ambas foram analisadas de modo a confrontar as proposições teóricas que caracterizam o objeto de estudo, cujos critérios referem-se ao caráter holístico, prático, quantificável e adaptável.

Constatou-se pela análise do resultado da pesquisa que a referida composição estrutural padrão não atende ou corresponde ao caráter holístico e adaptável que é enfatizada na literatura. Além disso, a mesma caracterizou-se pelo caráter quantificável, cuja praticidade da sua aplicação depende de diversos aspectos avaliativos de projetos sob perspectivas específicas em contextos múltiplos do cenário internacional.

5.1. Sugestão para trabalhos futuros

A avaliação da maturidade é essencial na adoção de melhores práticas VDC/BIM no setor da AECO. Por se tratar de uma metodologia, cuja composição refere-se à avaliação da maturidade das referidas práticas, tornou-se relevante analisá-lo mediante sua aplicabilidade. Pretende-se com essa análise contribuir com novas abordagens e aspectos a serem considerados em pesquisas relacionadas à maturidade VDC/BIM e sua aplicabilidade na indústria da construção internacional. Para trabalhos futuros, vislumbra-se análise mais ampla da referida composição estrutural no âmbito dos elementos constituintes pela abrangência da aplicação por meio da neutralização e combinação estratégica proposta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSEN, E.S.; JESSEN, S.A. Project maturity in organisations, **International Journal of Project Management**, v. 21, p. 457-461, 2003. Disponível em: <doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00088-1>. Acesso em 22 junho 2016.

AYRES F., Cervantes. **Acesso ao modelo do edifício**. 2009. 149f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009. Acesso em 13 de maio de 2016.

BACKLUND, F.; CHRONÉER, D.; SUNDQVIST, E. Project Management Maturity Models – A Critical Review. A case study within Swedish engineering and construction organizations. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, v. 119, p. 837-846, 2014.

BARDI, Lina Bo. **Tempos de Grossura: o design no impasse**. Ed 1. São Paulo: Instituto Lina Bo e P.M. Bardi, 1994.

BARLISH, K.; SULLIVAN, K. How to measure the benefits of BIM – a case study approach. **Automation in Construction**, v. 24, p. 149-159, 2012. Disponível em: <doi.org/10.1016/j.autcon.2012.02.008>. Acesso em 23 de junho de 2015.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Cronbach's alpha. **British Medical Journal**. p. 314-572. 1997.

BORGATTI, S.P.; MEHRA, A.; BRASS, D.J.; LABIANCA, G. Network analysis in the social sciences, **Science**, v. 323, n. 5916, p. 892-895. Disponível em: <doi: 10.1126/science.1165821>. Acesso em 13 maio 2016.

BOYD, D. AND CRAWFORD, K. Six provocations for big data, In: **Proceeding of Decade in Internet Time: Symposium on the Dynamics of the Internet and Society**, Reino Unido, 2011. Acesso em 22 junho 2016.

BRITTO, S.A.S.; SCHEER, S.; KAM, C.; FISCHER, M. O uso do VDC scorecard na validação de métodos para análise de desempenho da gestão do processo de projeto no cenário brasileiro. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, Brasil, v. 10, n. 2, 71-86, 2015. ISSN 1981-1543. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/102844>. Acesso em 19 maio 2016.

BRITTO, S.A.S.; SCHEER, S.; KAM, C. Performance Evaluation of the Design Process Management Practices: The VDC Scorecard and some Brazilian case studies. In: **Proceeding of 16th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (16th ICCCBE)**, Osaka, Japan, p. 430-437, 2016.

BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. London: Unwin Hyman, London, 1989. 283 p. Acesso em 16 junho 2016.

BRYMAN, A.; BELL, E. **Business Research Methods**, 2nd edition. Oxford: Oxford University Express, 2007. Acesso em 16 junho 2016.

BUILDINGSMART, **Information Delivery Manual: guide to components and developers methods**, 2010. Disponível em: <http://iug.buildingsmart.org/idms/developement/idmc_004_1_2.pdf>. Acesso em 26 abril 2016.

BUSCHINELLI, R.H.T.; SANTOS, E.T. **Compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM**. Dissertação (mestrado) Instituto de Pesquisas tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT. São Paulo, 2011.

CALAZANS, A. T. S. **Qualidade da informação: conceitos e aplicações. TransInformação**, Campinas, v. 20, n.1, p. 29-45, jan./abr. 2008.

CARVALHO, M.A. **Eficácia de interoperabilidade no formato IFC entre modelos de informações arquitetônico e estrutural**. 2012. 261f Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Acesso em 13 de maio de 2016.

CHEN, Y.; DIB, H.; COX, R. F. A Framework for Measuring Building Information Modeling Maturity in Construction Project. **29th International Conference on Applications of IT in the AEC Industry - CIB W078**, Beirut Lebanon, 2012. Acesso em 22 junho 2016.

CHRISTMANN, A.; VAN AELST, S. Roboust estimation of Cronbach's alpha. **Journal of Multivariate Analysis**. v. 97, p. 1660-1674. 2006.

CORTINA, J. M. What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. **Journal of Applied Psychology**. v. 78, p. 98-104. 1993.

COOKE-DAVIES, T.J.; ARZYMANTOW, A. The maturity of project management in diferente industries: an investigation into variations between project management models, **International Journal of Project Management**, v. 21 n. 6, p. 471, 2003.

COX, R.; ISSA, R.; AHRENS, D. Management's perception of key performance indicators for construction, **Journal of Construction Engineering and Management**, Blacksburg, v. 129, n. 2, p. 142-151, abr. 2003. Acesso em 22 junho 2016.

CRAWFORD, J. K. The project management maturity model. **Information Systems Management**, V. 23 n. 4, p. 50-58, 2006.

CRESWELL, J. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. P. **Designing and conducting mixed methods research**. 2nd Ed. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc., 2011.

CRONBACH, J. L. Test “reliability”: Its meaning and determination. V. 12. n. 1, p.1 - 16, **Psychometrika**, 1947.

CRONBACH, J. L. Coefficient alpha and the internal structure of tests. V.16, n. 3, p.297-334, **Psychometrika**, 1951.

CRONBACH, L. J. My current thoughts on coefficient alpha and successors procedures. **Educational and Psychological Measurement**, v. 64, n. 3, p. 391-418. 2004.

CROCKER, L., ALGINA, J. **Introduction to classical & modern test theory**. Ed. Thonson, 571p, Florida, 2006.

CROSBY, P. B. **Quality is Free**. New York: McGraw-Hill, 1979.

DENZIN, N. K. **The research act: A theoretical introduction to sociological methods**. New York: Praege, 1978.

DUFFY, J. Maturity models – blueprints for e-volution, **Strategy & Leadership**, v. 29 n. 6, p. 19-26, 2001. Disponível em: <doi.org/10.1108/EUM0000000006530>. Acesso em 22 junho 2016.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Tradução de AYRES FILHO, C. et al. Bookman, Porto Alegre, 2014.

EL-REEDY, M.A. **Offshore structures: design, construction and maintenance**. Gulf Professional Publishing, 2012.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - FIESP. **Cadeia Produtiva da Construção: Estimativas do Investimento em Obras, do PIB e Emprego**. São Paulo: DECONCIC/FIESP, 2015. 10 p. Acesso em 18 junho 2016.

FINCHER, A.; GINGER, L. The project management maturity model. **Proceeding of Project Management Institute 28th Annual Seminar/Symposium**, Chicago, IL, p. 48-55, 1997.

GARRIDO, M. C. **Análise da aplicação de modelagem da informação da construção no planejamento e controle da produção em canteiros de obra apoiando os princípios da construção enxuta**. 189 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015;

GARVIN, D. **Managing quality**. New York: The Free Press, p. 39-46, 1988.

GIEL, B. ISSA, R.A. Quality and maturity of BIM implementation within the AECO industry, In: **Proceeding of 14th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering** (14th ICCCBE), Moscow, 2012. Acesso em 22 junho 2016.

GOETZE, G. **Building information modelling: maturity and effects on the construction phase of a project in Brazil**. 2014. 108 p. Dissertação (Mestrado) – University College London, School of Construction and Project Management, Londres, 2014.

HAYES, B. E. **Medindo a satisfação do cliente**, Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 228p. 1995.

HO, P.; KAM, C.; FISCHER, M. Prospective validation of virtual design and construction methods: framework, application, and implementation guidelines. CIFE **Working Paper #WP123**, Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), Department of Civil and Environmental Engineering, Stanford University. Stanford, dez. 2009, p.1-42. Disponível em: < <http://cife.stanford.edu/sites/default/files/WP123.pdf> >. Acesso em 22 out. 2015.

HYVÄRI, I. Project Management Effectiveness in Project-Oriented Business Organizations. **International Journal of Project Management**, v. 24, n. 3, pp. 216-225, 2006. Disponível em: <doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.09.001>. Acesso em 14 junho 2016.

JICK, T. D. Mixing qualitative and quantitative methods: Triangulation in action. **Administrative Science Quarterly**, v. 24, p. 602-611, 1979. Disponível em: <[doi: 10.2307/2392366](https://doi.org/10.2307/2392366)>. Acesso em 08 fevereiro 2017.

JOHNSON, R. B.; ONWUEGBUZIE, A. J.; TURNER, L. A. Toward a Definition of Mixed Methods Research. **Journal of Mixed Methods Research**, v. 1, ed. 2, p. 112-133, 2007. Disponível em: <[doi: 10.1177/1558689806298224](https://doi.org/10.1177/1558689806298224)>. Acesso em 08 fevereiro 2017.

KAM, C.; MCKINNEY, B., XIAO, Y., SENARATNA, D. The VDC Scorecard: Evaluation of AEC Projects and Industry Trends, **CIFE Working Paper #WP135** Stanford, CA: Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), Dept. of Civil and Environmental Engineering, Stanford University. 2013. Acesso em 22 junho 2016.

KAM, C.; MCKINNEY, B., XIAO, Y., SENARATNA, D. The VDC Scorecard: Formulation and Validation, **CIFE Working Paper #WP136** Stanford, CA: Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), Dept. of Civil and Environmental Engineering, Stanford University. 2014. Acesso em 22 junho 2016.

KAM, C.; MCKINNEY, B., XIAO, Y., SENARATNA, D. The VDC Scorecard: Formulation, Application and Validation, **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 143, ed. 3. 2016. Acesso em 22 outubro 2016.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System. **Harvard Business Review**. Boston, v. 74, n. 1, p. 75-85, 1996.

KASSEM, M.; SUCCAR, B.; DAWOOD, N. A proposed approach to comparing the BIM maturity of countries. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLICATIONS OF IT IN THE AEC INDUSTRY, 30., 2013, Pequim. **Proceedings of the CIB W78 2013...** Pequim: CIB W78, 2013. p. 1-11. Acesso em 17 junho 2016.

KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. **BIM – Building Information Modeling no Brasil e na União Europeia**. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2015. Disponível em: <<http://sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/bim.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2015.

KERZNER, H. **Strategic planning for project management using a project management maturity model**. New York: John Wiley & Sons, 1999

KRUS, D. J.; HELMSTADTER, G. C. The problem of negative reliabilities. **Educational and Psychological Measurement**. v. 53, p. 643-650. 1993.

KUNZ, J.; FISCHER, M. Virtual design and construction: themes, case studies and implementation suggestions. **CIFE Working Paper # 097**, Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), Dept. of Civil and Environmental Engineering, Stanford University. jun. 2005. Revisado jan.2012. p.1-50. Disponível em: <http://cife.stanford.edu/sites/default/files/WP097_0.pdf>. Acesso em 22 junho 2016.

MARCHAND, D.A. Information Management: strategies and tools in transition. **Information Management Review**, v. 1, n. 1, 1985.

MCGRRAW-HILL Construction. **The Business value of BIM**. Nova York: Smart Market Report, 2012.

MCGRRAW-HILL Construction. **The Business value of BIM for construction in Major Global Markets**. Nova York: Smart Market Report, 2014.

MARCOS, M. **Análise da emissão de CO2 na fase pré-operacional em habitações de interesse social, através da utilização de uma ferramenta CAD-BIM**. 2009. 130f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009;

MELHADO, S. B.; VIOLANI, M. A. F. **A qualidade na construção civil e o projeto de edifícios**. São Paulo, EPUSP. Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/02, 1992.

MELHADO, S. B.; **Qualidade de projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MELHADO, S. B. Metodologia de projeto voltada à qualidade na construção de edifícios. In: **Anais... VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Qualidade no Processo Construtivo**. Florianópolis, Santa Catarina, 1998. p. 739-747, 1998.

MINAYO, M. C. de S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? **Caderno de Saúde Pública**, v. 9, n. 3, p. 239-262, 1993.

MIKALDO JR., J.; **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com uso de TI**. 2006. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Acesso em 13 de maio de 2016.

MIKALDO JR, J.S.R.; SCHEER, S. Novas concepções do processo de projeto para gerenciamento em ambientes colaborativos. In **Anais...IV Simposio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC)**, Porto Alegre/RS, 2006

MORSE, J. Approaches to qualitative-quantitative methodological triangulation. **Nursing Research**, v. 40, p. 120-123, 1991. Disponível em: <doi:10.1097/00006199-199103000-00014>. Acesso em 08 fevereiro 2017.

MULLER, M.F. **A interoperabilidade entre sistemas CAD de projeto de estruturas de concreto armado baseada em arquivos IFC**. 2010. 129f Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Acesso em 13 de maio de 2016.

MURPHY, K. R.; DAVIDSHOFER, C. O. **Psychological Testing: Principles and Applications**, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1988.

NASCIMENTO, L. A. do; SANTOS, E. T.; A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, jan./mar. 2003.

OXFORD. **Oxford Dictionaries**. Oxford University Press, 2011. Disponível em: <http://oxforddictionaries.com> Acesso em: 01 jun. 2015.

PETER, J. P. Reliability: a review of psychometric basics and recent marketing practices. **Journal of Marketing Research**, v. 16, p. 6-17. 1979. Disponível em: <doi: 10.2307/3150868> Acesso em: 01 jan. 2017.

PRADO, D. **Gerenciamento de Portfólios, Programas e Projetos nas Organizações**, Editora INDG-Tecs, Belo Horizonte, 2007, 290p.

PRADO, D. **Maturidade em Gerenciamento de Projetos**. Belo Horizonte: INDG TECs, 2008.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, F.C.; BAPTISTA L. P. **Metodologia de La Investigacion**. 4 ed. Mexico: McGraw-Hill, 2006.

SAURES, I. A real world look at achieving project management maturity, In: **Proceeding of Project Management Institute 29th Annual Symposium**, Long Beach, CA, 1998. Acesso em 22 julho 2016.

SCHEER, S.; GEHBAUER, F.; MENDES JUNIOR, R.; FREITAS, M. C. D.; **Técnicas de Produção e Materiais para Fluxo de Informação em Canteiros de Obras**. 1ª ed. Curitiba: UFPR, p. 201, 2008.

SONG, L.; MOHAMED, Y.; ABOURIZK, S. M. Early Contractor Involvement in Design and Its Impact on Construction Schedule Performance. **Journal of Management in Engineering**, v. 25, n. 1, p. 12-20, 2009. Acesso em 23 de junho 2016.

STREINER, D. L. Being inconsistent about consistency: when coefficient alpha does and doesn't matter. **Journal of Personality Assessment**. v. 80, p. 217-222. 2003.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Maturity Matrix, In Jason Underwood & Umit Isikdag (Eds.), **Handbook of Research on Building Information Modelling and Construction Informatics: Concepts and Technologies**, New York: IGI Publishing, p. 42 – 50. 2010.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. Measuring BIM performance: five metrics. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 8, n. 2, p. 120-142, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/17452007.2012.659506>>. Acesso em: 28 abr. 2015.

TROCHIM, W. M. **The Research Methods Knowledge Base**, 2nd Edition. 2003. Disponível: <<http://trochim.human.cornell.edu/kb/index.htm>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

VARGAS, R. V. **Análise de valor agregado (EVA) em projetos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2002.

VAIDYANATHAN, K.; HOWELL, G. Construction Supply Chain Maturity Model – Conceptual Framework. In: IGLC, 15, 2007, Michigan. **Proceedings...** Michigan: IGLC, 2007.

VRIJHOEF, R.; KOSKELA, L. Revisiting the three peculiarities of production in construction. 13th International Group for Lean Construction Conference: Proceedings. **Anais....** Sydney, Australia, 2005.

VITAL, L. P.; FLORIANI, V. M.; VARVAKIS, G.; Gerenciamento do Fluxo de Informação como Suporte ao Processo de Tomada de Decisão. **Informação & Informação**, Londrina, v. 15, n.1, p. 85-103, jul. 2010.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations & Production Management**. v.22, n.2, p.195-219, 2002.

WENDLER, R. The maturity of maturity model research: A systematic mapping study, **Information and software technology**, v. 54 n. 12, p. 1317-1339, 2012.



WITICOVSKI, L.C. **Levantamento de quantitativos em projeto: uma análise comparativa do fluxo de informações entre as representações em 2D e o modelo de informações da construção (BIM)**. 2011. 189f Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Acesso em 13 de maio de 2016.

YANG, J. B.; WEI, P. R. Causes of Delay in the Planning and Design Phases for Construction Projects. **Journal of Architectural Engineering**, Reston, v.16, n.2, p. 80-83, 2010.

YIN, R. K. **Estudo de Casos**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. Acesso em 16 out. 2015.

ANEXO - FORMULÁRIO

O formulário em anexo utilizado na presente pesquisa corresponde à versão disponibilizada no endereço web do CIFE - *Center for Integrated Facility Engineering*, da universidade de Stanford. Informações e valores não divulgados referentes ao conteúdo desse formulário são de propriedade do referido centro de pesquisa.

Stanford University		Center for Integrated Facility Engineering	
VDC Scorecard		Version 2012v7	
		 	
Basic Information			
Date:	September 20, 2012		
Interviewee Information			
Name:			
Position:			
Company:			
Company's Role:	Select One	Others indicate here	
Project Information			
Name:			
Facility:	Select One	Others indicate here	
Project Type:	Select One	Others indicate here	
Location (Address):			
Size (gsf):			
Current Phase:	Select One	Others indicate here	
Contract Type:	Select One	Others indicate here	
Project Delivery Method:	Select One	Others indicate here	
Stakeholder Involved: (Check the stakeholders involved)	Owner/Operator	End-User	
	Architect	Other Designers	
	VDC Consultant	General Contractor	
	Specialty Contractors	Regulatory Agency	
	Others Indicate		
Project Manager: (Person & Company)			
Construction Budget (\$):	[Info] Construction budget is defined as all hard costs including overhead and profit		
Total Budget (\$):	[Info] Total budget is defined as all hard costs and soft costs including land cost		
Project Start Date:	October, 2010		
Construction Start Date:	October, 2010		
Construction End Date:	October, 2012		
Project Information - GSA Specific			
Region:			
Occupant:			
Design FY:			
Construction FY:			
BIM Champion: (Person & Company)			
Photo, Rendering, or 3D model of the Project			

Planning Performance Area													
Objective Dimension						Quantitative Qualitative Dimension							
A1>D1>M1.0+ How formalized is VDC among the stakeholders? <div style="border: 1px solid #ccc; width: 150px; height: 20px; margin: 5px auto; text-align: center;">Select One</div> If others/innovative, specify: <div style="border: 1px solid #ccc; width: 200px; height: 20px; display: inline-block;"></div>													
A1>D1>M2.0a Please list the VDC objectives that have been established													
<i>Qualitative</i>					<i>Choose a VDC category</i>	A4>D2>M1.0 Actual performance?							
						<i>Assessment</i>							
						Select One							
						Select One							
						Select One							
						Select One							
						Select One							
						Select One							
<i>Quantitative</i>					<i>Choose a VDC category</i>	A4>D1>M2.0 Actual performance?							
						<i>Assessment</i>							
						Select One							
						Select One							
						Select One							
						Select One							
						Select One							
						Select One							
A1>D1>M2.0b						A4>D1>M1.0							
How many quantitative objectives (metric targets) established? <div style="border: 1px solid #ccc; width: 50px; height: 20px; display: inline-block;"></div>						How often, in general, are the quantitative objectives tracked/measured?							
How many established objectives could have been quantified? <div style="border: 1px solid #ccc; width: 50px; height: 20px; display: inline-block;"></div>						Select One							
A1>D1>M2.0c List the most important VDC objective <div style="border: 1px solid #ccc; width: 700px; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>													
A1>D1>M3.0 Which stakeholders benefit from these objectives?													
Stakeholders and Objectives						Owner/Operator	End User	Architect	Other Designers	GC	Specialty Contractor	Regulatory Authority	VDC Consultant
1. Improve communication						No	No	No	No	No	No	No	
2. Improve cost performance						No	No	No	No	No	No	No	
3. Improve schedule performance						No	No	No	No	No	No	No	
4. Improve facility performance						No	No	No	No	No	No	No	
5. Improve safety						No	No	No	No	No	No	No	
6. Improve project quality						No	No	No	No	No	No	No	
7. Other VDC management Objectives						No	No	No	No	No	No	No	
Standard Dimension													
A1>D2>M2.0 Check contents covered by VDC guidelines, scope of work or BIM Execution Plan (put an "X").													
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Project Objectives</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Model Leads/Manager</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Training</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Responsibilities/Final Decisions</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Coordination Plan</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Conflict Resolution</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Timing of BIM Model</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Submission Plan</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Level of Detail</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> BIM/VDC Uses</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Software Used</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Interoperability</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> File Naming Structure</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> File Sharing Mgmt.</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Others/Innovative</div> </div>													
Explain if others/innovative: <div style="border: 1px solid #ccc; width: 500px; height: 20px; display: inline-block;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; width: 500px; height: 20px; display: inline-block;"></div>													

Preparation Dimension

A1> D3> M 2.0+ Uses project or model management system?

If yes, name of the system(s):

[Info] Examples of project management system: Autodesk Buzzsaw, Bentley ProjectWise, CM iC, Newforma, project website, etc.

Does the Project Management system interact with your model for these areas?

<input type="checkbox"/> Design-Fabrication	<input type="checkbox"/> Model/Drawing Documentation	<input type="checkbox"/> RFI	<input type="checkbox"/> Transmittal
<input type="checkbox"/> Submittal	<input type="checkbox"/> Change Order	<input type="checkbox"/> Schedule	<input type="checkbox"/> Progress Report - includes labor, equipments, material
<input type="checkbox"/> Daily/Weekly/Monthly Reports?	<input type="checkbox"/> Quality Control Report	<input type="checkbox"/> Punchlist	<input type="checkbox"/> Cost Report
<input type="checkbox"/> Others/Innovative	Explain if others/innovative:	<input type="text"/>	
<input type="text"/>			

A1> D3> M 3.0 Have you established a budget for implementing VDC in the project?

VDC budget/Construction budget(%): (%)

Adoption Performance Area									
	Owner/Operator	End-User	Architect	Other Designers	VDC Consultant	General Contractor	Specialty Contractors	Regulatory Agency	Others Indicate
Organization Dimension									
A2>D1>M1.0 Is the stakeholder motivated to leverage VDC to improve performance, having designated members with explicit VDC responsibilities or being involved in decision making process?	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One
A2>D1>M7.0 Starting phase of stakeholder?	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One
A2>D1>M7.1 Ending phase of stakeholder?	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One
A2>D1>M15.0 What is the stakeholder's attitude towards VDC?	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One
A2>D1>M16.0 Describe the stakeholder's actions towards VDC?	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One	Select One
Who were the core members of the BIM Team and how were they organized?									
<div></div> <div></div>									
Describe how the team was organized and aligned for the project (e.g. retreat, workshop, webinars, etc)									
<div></div> <div></div>									

Process Dimension

A2>D2>M1.0 By using VDC, which of the following process have gained expected benefits and improved final product?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> More alternatives evaluated earlier | <input type="checkbox"/> Shorter total duration |
| <input type="checkbox"/> Tight synchronization between design & fabrication | <input type="checkbox"/> Last responsible moment benefit from VDC |
| | <input type="checkbox"/> Minimal waste in the process |

A2>D2>M3.0 Which of the following characteristics does the project delivery method incorporate?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A2>D2>M4.0+ Efficiency of VDC/BIM integrated Project-Wide Meeting

el used to identify challenges and come up with solu

What was the general BIM process flow for the project?

Give examples of process benefits gained for the project

Technology Performance Area								
Maturity Dimension		Process Dimension						
A3>D1>M 1.0	Mark your Model uses across the project phases and; Check the all the applications used	A2>D2>M 2.0						
		Pre-design	Schematic Design	Design Dev.	Construction Documentation	Construction	Closeout	O&M
1. Visualization and Communication		x	x		x			
<input type="checkbox"/>	Mass model study	<input type="checkbox"/>	Organization	<input type="checkbox"/>	4D animation			
<input type="checkbox"/>	3D rendering	<input type="checkbox"/>	Organizational charts	<input type="checkbox"/>	Scheduling (for presentations)			
2. Documentation		x	x	x				
<input type="checkbox"/>	Design/construction documents	<input type="checkbox"/>	Product/system specification	<input type="checkbox"/>	3D laser scanner			
<input type="checkbox"/>	Quantity takeoff	<input type="checkbox"/>	RFI's	<input type="checkbox"/>	Punchlist			
3. Model-Based Analysis			x	x				
<input checked="" type="checkbox"/>	Spatial validation	<input type="checkbox"/>	Thermal comfort	<input type="checkbox"/>	Security Analysis			
<input checked="" type="checkbox"/>	Structural analysis	<input checked="" type="checkbox"/>	Daylighting analysis	<input checked="" type="checkbox"/>	Fire & Smoke			
<input checked="" type="checkbox"/>	Energy analysis	<input type="checkbox"/>	Acoustics	<input checked="" type="checkbox"/>	Life safety/egress			
<input type="checkbox"/>	Estimating	<input type="checkbox"/>	Organizational modeling (e.g. risk, duration, backlog, hidden work)	<input type="checkbox"/>	Estimating			
<input type="checkbox"/>	Scheduling 4D (e.g. optimization, LBS, resource analyses)	<input checked="" type="checkbox"/>	Computational Fluid Dynamic simulations	<input type="checkbox"/>	GIS			
<input type="checkbox"/>	Construction safety							

4. Integrated Analyses		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Integrated Cost & Schedule "5D" models	<input type="checkbox"/> Constructability analysis	<input checked="" type="checkbox"/> Clash detection					
<input type="checkbox"/> Change order management	<input type="checkbox"/> Supply chain management (e.g. RFID, color coded tracking)	<input type="checkbox"/> Facility management					
5. Automation & Optimization		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Automation of analysis (code check)	<input checked="" type="checkbox"/> Off-site fabrication						
Other Model Uses		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
specify applications used							

Coverage Dimension

A3>D2>M2.0

Mark your LoD for the project phases

	Pre-design	Schematic Design	Design Dev.	Construction Documentation	Construction	Closeout	O&M
Conceptual	x						
Approximate Geometry		x					
Precise Geometry			x				
Fabrication				x			
As-Built					x	x	x

Integration Dimension

A3>D3>M1.0

Number and format of model exchanges

Select One

List the most successful exchanges between model uses:

Are there any challenges for bidirection exchanges?

A3>D3>M2.0

What is the average information loss after Model Exchange?

Select One


List any information losses?

Performance Area

Qualitative Dimension

A4>D2>M4

Diamond of User Emotion

Place circle () to identify status of your team

Place arrow () to changing trend



Identify the most significant VDC-related challenge/problem. (e.g. limitation of VDC)

Identify the most significant VDC-related success.

Are there any innovative VDC strategies in your project?

Identify one area to improve on future projects/phases.
